

Directives sur le Criquet pèlerin

1. Biologie et comportement

P.M. Symmons
K. Cressman

Première édition – 1994
Deuxième édition – 2001

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
Rome, 2001

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la vente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au Chef du Service des publications et du multimédia, Division de l'information, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie ou par courrier électronique à copyright@fao.org.

© FAO 2001

PRÉFACE

L'invasion généralisée du Criquet pèlerin qui a duré de 1986 à 1989 et les recrudescences qui l'ont suivie dans les années 1990 démontrent la capacité de ce ravageur historique à menacer l'agriculture et la sécurité alimentaire de vastes zones d'Afrique, du Proche-Orient et d'Asie du Sud-Ouest. Elles mettent en évidence la nécessité de disposer d'un système permanent de prospections bien organisées dans les zones ayant reçu des pluies ou ayant été récemment inondées. Un potentiel de lutte permettant de traiter efficacement les larves et les ailés de façon économique et sans danger pour l'environnement doit exister dans toutes ces zones.

Les événements de 1986 à 1989 ont montré que, dans de nombreux cas, la stratégie de lutte préventive existante ne fonctionnait pas bien pour de nombreuses raisons, à savoir l'inexpérience des équipes de prospection de terrain et des organisateurs de la campagne, une compréhension médiocre de la pulvérisation en ultra-bas volume, des ressources insuffisantes ou inappropriées et l'inaccessibilité de certaines zones de reproduction importantes. En outre, des facteurs se sont combinés à une tendance générale à la détérioration des capacités de prospection et de lutte dans les pays de l'aire d'invasion du Criquet pèlerin au cours des périodes de rémission. Pour faire face à cette situation, la FAO a accordé une grande priorité à un programme spécial: le Système de prévention et de réponse rapide contre les ravageurs et les maladies transfrontières des animaux et des plantes (EMPRES), qui renforcera les capacités nationales.

Puisqu'il est certain que des recrudescences de Criquet pèlerin auront lieu à l'avenir, la FAO a élaboré une série de directives principalement à l'intention des organisations et institutions nationales et internationales engagées dans la prospection et la lutte contre le Criquet pèlerin. Ces directives comprennent six fascicules:

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Biologie et comportement | 4. Lutte |
| 2. Prospection | 5. Organisation et exécution d'une campagne |
| 3. Information et prévisions | 6. Précautions d'usage pour la santé humaine et l'environnement |

Des annexes (y compris un index) sont fournies pour une référence plus aisée.

Cette deuxième édition a été mise au point afin de mettre à jour les sections portant sur la technologie et les techniques, qui ont subi des modifications au cours des sept années écoulées depuis la date de la première publication, de modifier la présentation des données, de les rendre plus faciles à comprendre et de faciliter les mises à jour futures. Cette révision a été effectuée par K. Cressman, de la FAO, et H.M. Dobson, du Natural Resources Institute, Royaume-Uni, avec la participation de nombreux spécialistes en acridologie et dans des domaines connexes de par le monde. La présente édition sera disponible dans les trois langues-clés des pays de l'aire d'invasion du Criquet pèlerin, en anglais, en français et en arabe.

J'aimerais remercier tous ceux qui ont participé à cette importante publication qui a pour objet d'améliorer la lutte contre le Criquet pèlerin.

Louise O. Fresco
 Directeur général adjoint
 Département de l'agriculture de la FAO

24 septembre 2001

Table des matières

PRÉFACE	III
REMERCIEMENTS	vi
INTRODUCTION	1
QU'EST-CE QU'UN LOCUSTE?	3
LES PHASES DES LOCUSTES	5
CYCLE BIOLOGIQUE.....	7
Œufs	9
<i>Ponte</i>	9
<i>Développement et incubation</i>	11
<i>Mortalité</i>	11
Larves.....	13
<i>Éclosion</i>	13
<i>Développement</i>	13
<i>Survie</i>	13
<i>Stades</i>	13
<i>Groupes</i>	15
<i>Bandes</i>	17
<i>Effets de la végétation sur le comportement journalier des larves</i>	19
Ailés	23
<i>Jeunes ailés et ailés immatures</i>	23
<i>Maturation</i>	23
<i>Ailés solitaires</i>	25
<i>Groupes</i>	27
<i>Essaims</i>	29
MIGRATION ET RÉPARTITIONS SAISONNIÈRES	33
Facteurs régissant la migration des essaims	35
Facteurs régissant la migration des ailés solitaires	35
RÉMISSIONS, RÉSURGENCES, RECRUDESCENCES ET INVASIONS GÉNÉRALISÉES	37
Rémissions	37
Résurgences	39
Recrudescences	39
Invasions généralisées	41
Déclin	41
QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES	42

REMERCIEMENTS

La FAO remercie P.M. Symmons qui a élaboré la première édition des directives, K. Cressman et H.M. Dobson qui l'ont révisée et mise à jour et S. Lauer qui a produit la plupart des illustrations. La FAO aimerait également remercier T. Abate, B. Aston, F. Bahakim, L. Barrientos, T. Ben Halima, D. Brown, M. Butrous, M. Cherlet, J. Cooper, C. Dewhurst, J.-F. Duranton, C. Elliott, A. Hafraoui, M. El Hani, T. Galledou, S. Ghaout, G. Hamilton, Z.A. Khan, M. Lecoq, J. Magor, G. Matthews, L. McCulloch, M. A. Ould Baba, J. Pender, G. Popov (†), T. Rachadi, J. Roffrey, J. Roy, S. Simpson, P.M. Symmons et H. van der Walk pour leurs commentaires et critiques au sujet de cette nouvelle version. Ce fascicule des directives a été traduit de la version originale anglaise par M. Russell-Smith et cette traduction a été techniquement revue par J. Roy puis par A. Monard. La FAO est reconnaissante à K. Whitwell pour l'indexage, à Medway Design Team, à l'Université de Greenwich et à A. Jones pour l'élaboration des illustrations numériques et aux fabricants pour avoir fourni les illustrations de leur équipement. Les directives relatives à la lutte antiacridienne et certaines parties des Annexes résultent d'un projet financé par le Department of International Development (DFID) du Royaume Uni à l'intention des pays en développement, projet exécuté par le Natural Resources Institute. Les opinions exprimées dans ces extraits ne sont pas nécessairement celles du DFID.

INTRODUCTION

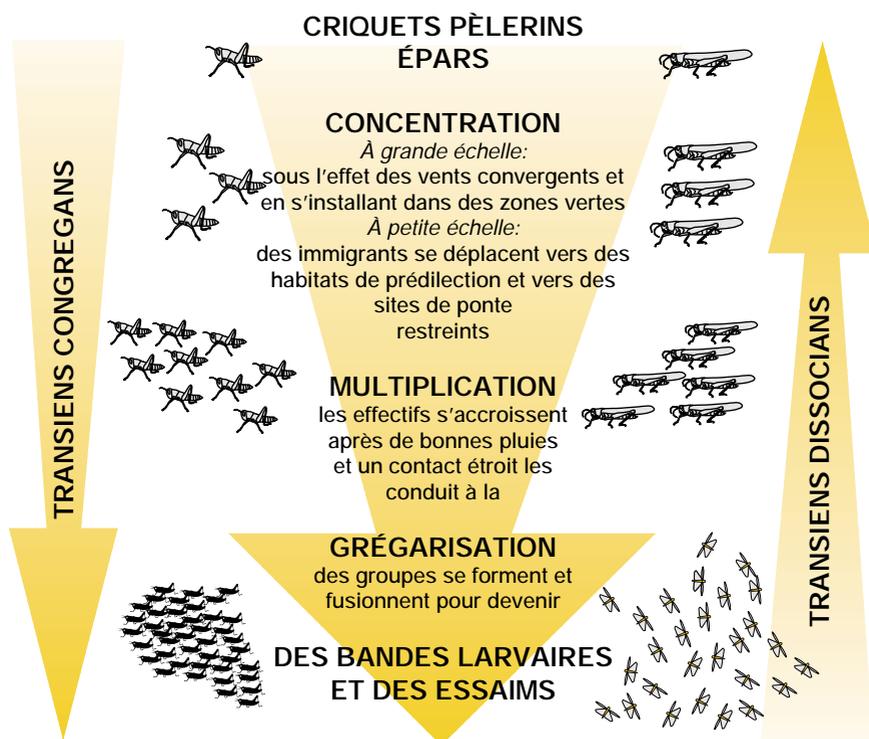
Ces directives sont principalement conçues à des fins d'utilisation par le personnel de terrain engagé dans la prospection et les opérations de lutte contre le Criquet pèlerin, y compris les pilotes des aéronefs de prospection et de traitement. Certaines parties constituent des références utiles pour former le personnel nouvellement recruté et pour recycler les agents acridologues expérimentés. L'information et les données de référence peuvent également être utiles aux cadres qui planifient et supervisent les campagnes et aux représentants des bailleurs de fonds qui évaluent les besoins qu'elles génèrent.

Ce fascicule des directives fournit une connaissance de base sur la biologie et le comportement du Criquet pèlerin mais n'est pas censé être un document exhaustif. Pour plus d'information, il est donc recommandé au lecteur de consulter les publications énumérées dans la section des Annexes intitulée Bibliographie.

Des informations, des conseils, des méthodes de travail et des explications sont fournis en pages impaires; des illustrations et des résumés figurent en pages paires. Quand cela s'avère nécessaire, des conseils et des avertissements sont présentés en pages paires ou impaires.

Une série de «Questions fréquemment posées» est également présentée. Elles traitent de certains des problèmes fréquemment rencontrés par le personnel antiacridien de terrain. Des réponses sont données lorsqu'elles existent mais des recherches complémentaires sont nécessaires dans certains domaines et la FAO accueille tout retour d'information concernant de nouvelles connaissances et solutions.

Figure 2. Les Criquets pèlerins peuvent changer de comportement, physiologie, couleur et forme sous l'effet d'un changement de densité de leurs effectifs. Quand la densité est faible, les criquets pèlerins se comportent en tant qu'individus (phase solitaire); quand elle est élevée, ils se comportent en tant que masse unique (phase grégaire). Les seuils précis auxquels ces changements se produisent ne sont pas établis. Trois étapes se succèdent dans la transformation phasaire: concentration, multiplication et grégarisation.



Terminologie relative à la phase

<i>Solitaire</i>	Phase durant laquelle les individus vivent en général indépendamment les uns des autres.
<i>Grégaire</i>	Phase durant laquelle de grands nombres d'individus sont regroupés.
<i>Transiens</i>	Phase intermédiaire au cours de laquelle les acridiens se regroupent et commencent à se comporter comme une masse unique. Ils passent alors soit de la phase solitaire à la phase grégaire (grégarisation), soit de la phase grégaire à la phase solitaire (dissociation).
<i>Congregans</i>	État de la phase <i>transiens</i> durant lequel les acridiens se rassemblent et sont en transition entre la phase solitaire et la phase grégaire. Terme souvent utilisé pour les larves.
<i>Dissocians</i>	État de la phase <i>transiens</i> durant lequel les acridiens sont en transition entre la phase grégaire et la phase solitaire. Terme souvent utilisé pour les larves.
<i>Solitaricolore</i>	Désigne les types de couleur associés au comportement solitaire
<i>Grégaricolore</i>	Désigne les types de couleur associés au comportement grégaire.

LES PHASES DES LOCUSTES

Il existe deux phases différentes chez les locustes: la phase solitaire et la phase grégaire. Quand les densités acridiennes sont faibles, les individus sont solitaires. Quand les effectifs acridiens augmentent, des groupes denses se forment et les criquets deviennent grégaires (Fig. 2). La transition de la phase solitaire à la phase grégaire, et vice versa, constitue une phase transitoire et on parle alors de criquets transiens. Si la densité acridienne augmente, on parle de transiens congregans et, si elle diminue, de transiens dissocians.

Les changements de comportement peuvent être rapides. Par exemple, des criquets pèlerins élevés isolément en laboratoire essaient de s'éviter lorsqu'on les met ensemble dans une même cage mais finissent par entrer en contact les uns avec les autres. Lorsqu'ils sont touchés par leurs congénères, en particulier sur la face externe du fémur postérieur, les criquets éprouvent plutôt une attirance qu'une répugnance et forment ainsi des groupes. Ce passage de la répulsion (état solitaire) à l'attraction (état grégaire) ne prend qu'une heure environ. Si des insectes groupés se retrouvent isolés, ils reviennent à un comportement solitaire. Plus les insectes sont restés longtemps groupés avant d'être isolés, plus le retour à la phase solitaire est lent. Le passage du comportement grégaire au comportement solitaire peut prendre plusieurs générations. Les femelles peuvent influencer sur la phase de leur descendance par l'adjonction d'une substance chimique de grégarisation à la matière spumeuse entourant l'oothèque si elles se sont récemment trouvées en densité élevée, y compris sur le site d'oviposition. Sur le terrain, plusieurs générations peuvent être nécessaires pour que des densités élevées soient atteintes et que les solitaires se comportent d'une façon totalement grégaire. Ce phénomène est fréquemment observé au cours des recrudescences durant lesquelles les bandes et les essaims deviennent progressivement plus grands et plus cohérents.

Les changements morphologiques (de couleur et de forme) prennent plus de temps. Il faut la durée d'une génération avec des densités élevées pour que la couleur grégaire se développe totalement et deux générations ou plus pour atteindre la forme grégaire. La vitesse différente à laquelle la couleur et la forme, associées au changement de phase, se modifient, entraîne souvent une confusion. Il est par exemple possible de trouver des essaims de locustes de couleur solitaire. Dans les présentes directives, les termes grégaire et solitaire se réfèrent au comportement, ceux de grégaricolore et solitaricolore à la couleur, et ceux de grégariforme et solitariforme à la forme.

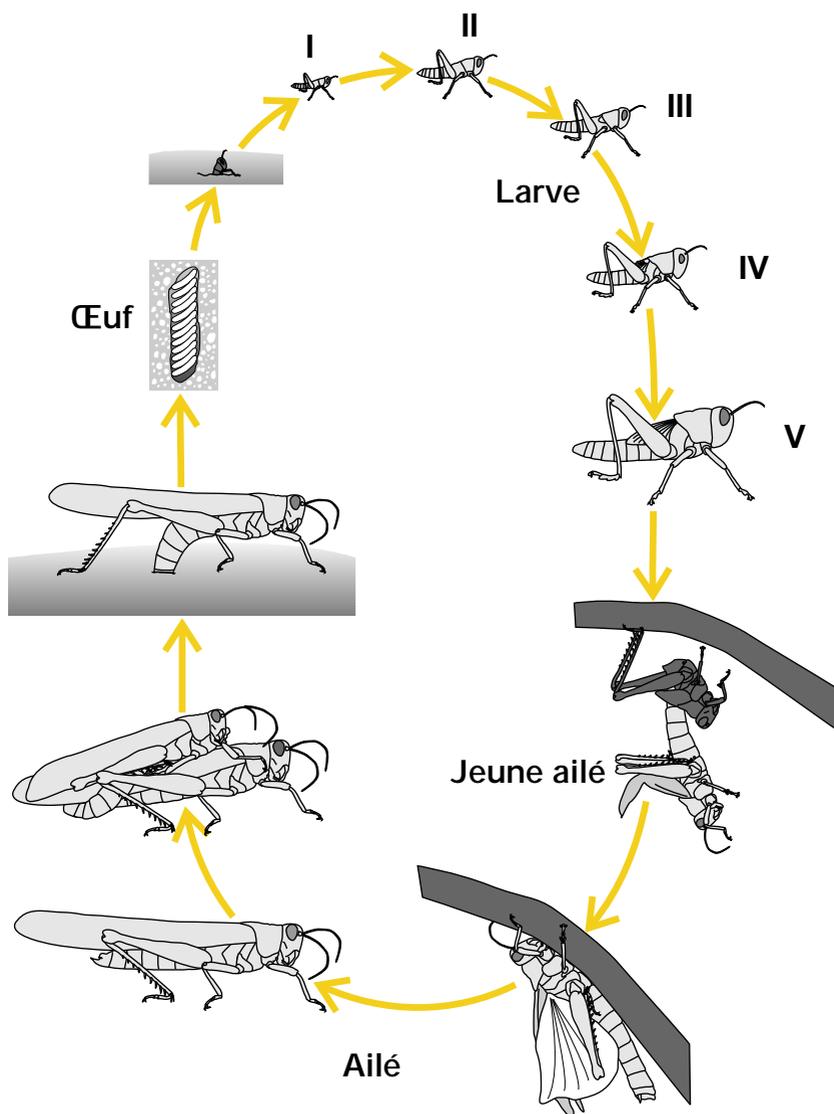
Chez les locustes, le changement de comportement précède le changement de forme et de couleur. La couleur et la forme sont une indication de la façon dont le Criquet pèlerin s'est comporté dans le passé mais ne constitue pas un guide fiable de leur état futur. Par conséquent, le comportement est la caractéristique phasaire la plus utile en lutte antiacridienne.

Densités approximatives auxquelles une transformation phasaire peut se produire chez le Criquet pèlerin

	Nombre de criquets/m ²	Nombre de criquets/ha
<i>Larves de jeune stade</i>	5	50 000
<i>Larves de dernier stade</i>	0,5	5 000
<i>Aillés</i>	0,025-0,05	250-500

Source: Duranton, J.F. & Lecoq, M. (1990)

Figure 3. Cycle biologique du Criquet pèlerin.



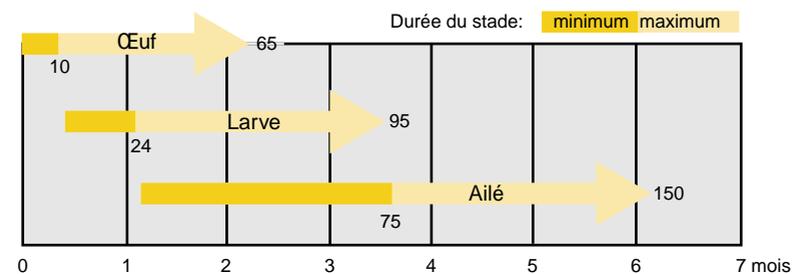
CYCLE BIOLOGIQUE

Le Criquet pèlerin, comme tous les autres acridiens, passe par trois stades successifs: l'œuf, la larve (ou nymphe) et l'ailé (voir Fig. 3).

Les œufs sont pondus par les femelles. Lors de l'éclosion, naissent de jeunes crickets dépourvus d'ailes, appelés larves. Les larves se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois. Ce processus s'appelle la mue et la période qui sépare deux mues successives s'appelle un stade. La dernière mue, du stade larvaire 5 (ou 6) dépourvu d'ailes à l'imago, ou ailé, s'appelle la mue imaginale. Le nouvel ailé, appelé «jeune ailé», doit attendre le séchage et le durcissement de ses ailes avant de pouvoir voler. Les ailés ne muent pas et leur taille ne s'accroît donc pas mais leur poids augmente progressivement. Les ailés qui peuvent voler sont, au départ, sexuellement immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des œufs.

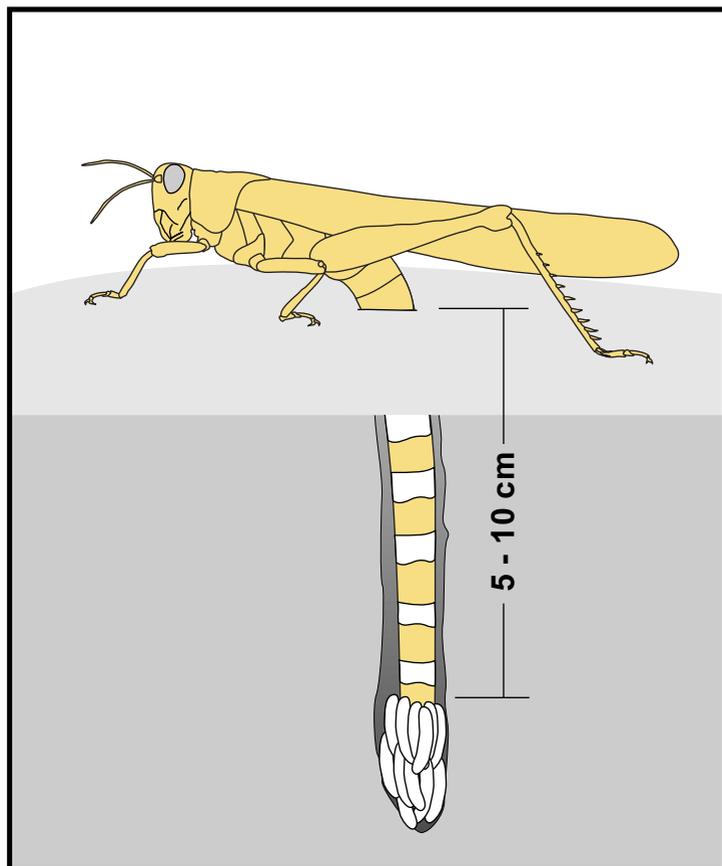
Caractéristiques du cycle biologique du Criquet pèlerin

Stades	Œuf, larve, ailé	
Durée	Œuf	10 à 65 jours
	Larve	24 à 95 jours (36 jours en moyenne)
	Ailé	2 mois et demi à 5 mois
	Ponte à mue imaginale	40 à 50 jours
	Maturation des ailés	3 semaines à 9 mois (moyenne de 2 à 4 mois)
Total	2 à 6 mois	
Mues	5 à 6 (solitaire), 5 (grégaire)	
Phases	Solitaire, <i>transiens</i> , grégaire	
Zone affectée	16 millions de km ² (rémission), 29 millions de km ² (invasion)	



Note: la maturation des ailés peut prendre jusqu'à 270 jours lorsque les températures sont basses ou l'habitat aride.

Figure 4. La femelle fore le sol à l'aide de ses valves génitales situées à l'extrémité de l'abdomen, et pond une oothèque. Cette oothèque mesure 3 à 4 cm de long et est pondue à une profondeur de 5 à 10 cm environ.



Question fréquemment posée n° 2 (voir réponse page 42)

Les criquets pèlerins pondent-ils des œufs dans des zones de végétation dense?

Œufs

Ponte

Les œufs sont généralement pondus dans des zones de sol sablonneux dépourvu de végétation. En général, la femelle ne pond que si le sol est humide à une profondeur de 5 à 10 cm. Dans les sols sablonneux meubles, il a été signalé que des femelles ne pondaient que si l'humidité se rencontrait à une profondeur de plus de 12 cm. Avant de pondre, la femelle sonde souvent le sol en y insérant l'extrémité de son abdomen pour déterminer si l'humidité est suffisante. Il est important de réaliser qu'une ponte n'est pas toujours en cours lorsque les femelles sont en train de sonder. Le seul test sûr est de creuser le sol pour vérifier si des œufs ont été pondus.

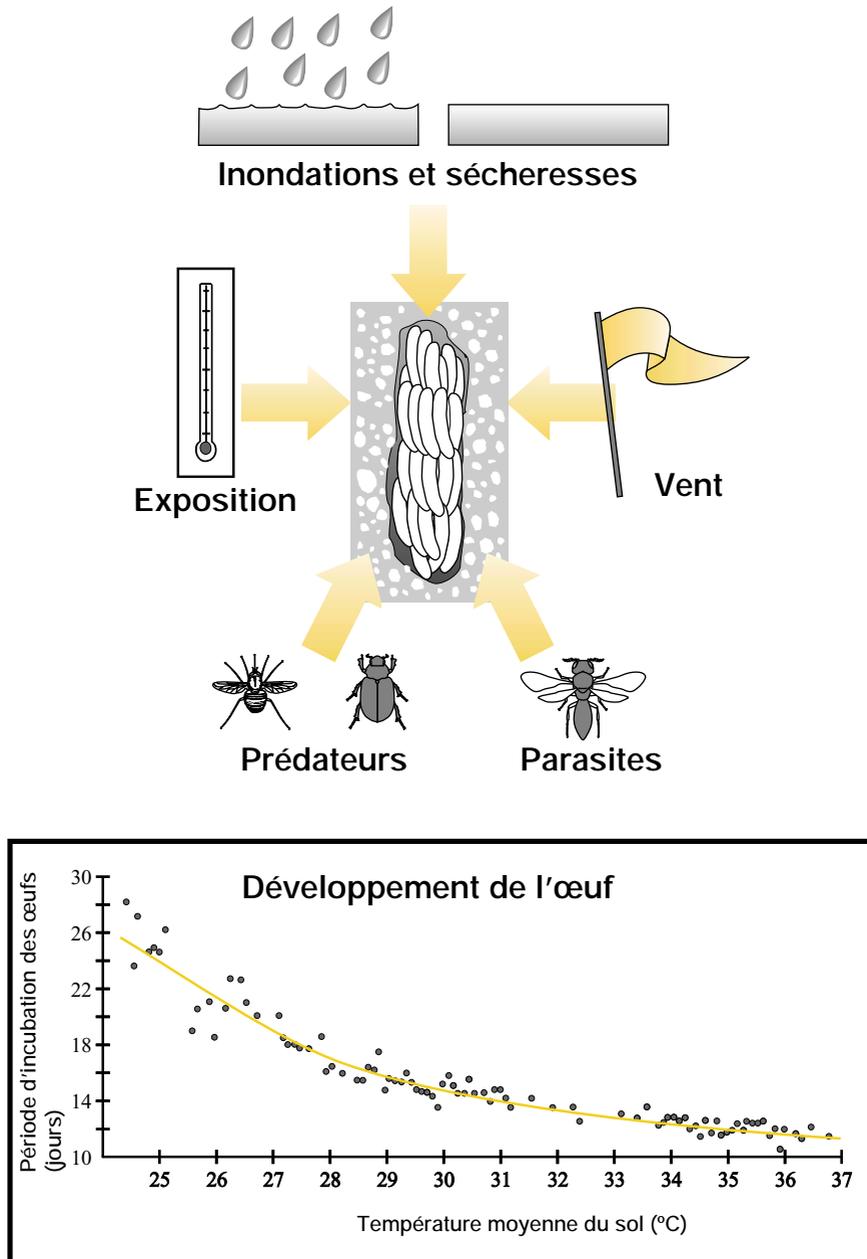
La femelle pond les œufs sous forme d'une masse ovigère appelée oothèque. Les œufs ressemblent à des grains de riz et sont disposés comme dans un régime de bananes miniature. Lorsque la femelle a déterminé que l'humidité édaphique était suffisante, elle fore le sol avec les valves génitales situées à l'extrémité de son abdomen et dépose une masse ovigère (voir Fig. 4). Elle ferme ensuite l'orifice de ponte par un bouchon spumeux. L'oothèque a une longueur de 3 à 4 cm et son extrémité supérieure se trouve à une profondeur de 5 à 10 cm. Une telle profondeur nécessite une grande extension de l'abdomen de la femelle. Les oothèques de Criquet pèlerin contiennent moins de 80 œufs en phase grégaire et entre 90 et 160 œufs en phase solitaire.

Les essaims pondent souvent leurs oothèques en groupes denses, à des densités de quelques dizaines à quelques centaines d'oothèques par m. Les mâles ainsi que les femelles qui ne sont pas prêtes à pondre peuvent repartir. En conséquence, les grands essaims se divisent et les mâles peuvent se retrouver séparés des femelles. Des tests de laboratoire indiquent qu'une femelle en ponte laisse une phéromone qui incite les autres femelles à pondre à proximité. On pense toutefois que, sur le terrain, la vue est un sens plus important que l'odorat dans l'attraction des femelles vers celles qui sont déjà en ponte. Ce comportement signifie que la ponte a seulement lieu dans quelques-uns des sites apparemment appropriés. Ce type de comportement ainsi qu'une substance chimique ajoutée à la matière spumeuse de l'oothèque lorsque la densité des femelles adultes est élevée permettront d'induire la grégarisation de la génération suivante.

Le nombre d'oothèques pondues par une femelle dépend du temps que celle-ci met à développer chaque oothèque et de sa propre longévité. Sur le terrain, l'intervalle entre chaque ponte est d'environ 10 jours. Les ailés deviennent rares six ou sept semaines après la première ponte bien synchronisée, sauf peut-être quand les températures sont basses. Cela suggère que presque toutes les femelles pondent une oothèque, que 75% environ d'entre elles survivront et en pondront une deuxième, que 25% peut-être pondront une troisième oothèque mais que très peu d'entre elles parviendront à pondre quatre oothèques. Une moyenne de deux oothèques par femelle est la norme.

A cause de la mortalité naturelle, les œufs pondus par une femelle n'éclosent pas tous et les larves qui éclosent n'atteignent pas toutes le stade adulte. Dans des conditions de température et d'habitat optimales, les taux de multiplication peuvent atteindre 16 à 20. En d'autres termes, une seule femelle peut produire de 16 à 20 criquets viables en une seule génération.

Figure 5. La vitesse de développement de l'œuf dépend de la température du sol. La mortalité des œufs peut être causée par plusieurs facteurs qui varient d'un habitat à l'autre.



Développement et incubation

Le Criquet pèlerin pond presque toujours ses œufs dans un sol suffisamment humide pour que les œufs puissent absorber l'humidité nécessaire à leur développement. Il est rare que des œufs soient pondus dans un sol sec ou presque sec. Si les œufs étaient pondus dans un sol sec, ils se dessécheraient, sauf s'il pleuvait peu après la ponte. La vitesse de développement des œufs est donc exclusivement fonction de la température du sol à la profondeur de l'oothèque (voir Fig. 5). Il existe une relation relativement forte entre la température du sol et la température de l'air; on peut par conséquent prédire la vitesse de développement des œufs de façon satisfaisante à partir des températures de l'air et même à partir de valeurs moyennes car, dans la plupart des zones de reproduction, les températures ne varient pas fortement d'une année à l'autre pour un site et une période donnés. Il peut cependant y avoir des exceptions, notamment en hiver, lorsque le temps est exceptionnellement chaud et permet la poursuite du développement.

Mortalité

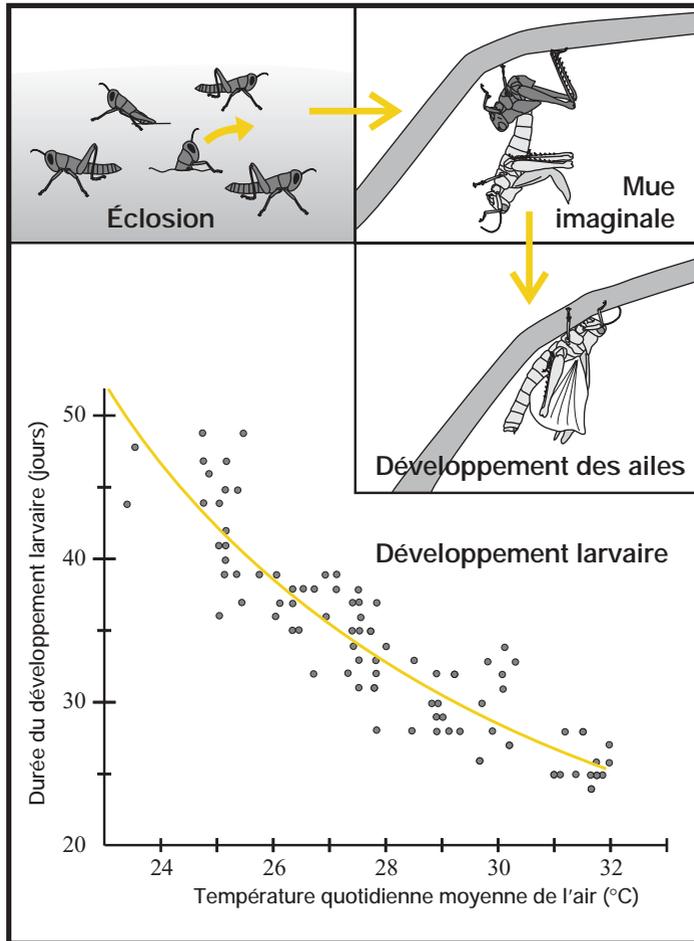
La proportion d'œufs qui survit jusqu'à l'éclosion varie considérablement avec les conditions de l'habitat et la présence de parasites et de prédateurs. Les œufs peuvent se dessécher, particulièrement s'ils sont exposés au vent; ils peuvent également être détruits par des inondations persistantes. De tels événements ne sont toutefois pas fréquents. Une mortalité élevée peut se produire si les températures du sol sont supérieures à 35°C. Les estimations en pertes totales varient de 5 à 65% pour cause de non-viabilité (moins de 10%), d'échec à l'éclosion (3 à 4%), de prédation (moins de 40%), de moisissure, de bactéries et de dessiccation (moins de 10%). Les pertes moyennes sont de l'ordre de 13% dans les populations solitaires et de 33% environ dans les populations grégaires.

Données relatives aux œufs de Criquet pèlerin

Profondeur de ponte	5 à 15 cm
Durée de ponte	7 à 30 heures
Nombre de pontes par femelle	2 à 3
Intervalle entre les pontes	6 à 11 jours
Œufs/oothèque	150, 120, 60 (solitaire); 60 à 80, 50 à 70, 35 à 70 (grégaire)
Œufs/génération	400/femelle (solitaire); 140/femelle (grégaire)
Densités des oothèques	200 à 500/m ² en groupes
Densité moyenne	5/m ²
Longueur de l'oothèque	3 à 4 cm
Durée d'incubation	10 à 65 jours
Mortalité	5 à 65% (fourchette); 13% (moyenne, solitaire); 33% (moyenne, grégaire)

Remarque: certains de ces chiffres proviennent d'estimations réalisées sur le terrain ou au laboratoire

Figure 6. Les larves éclosent et passent par cinq ou six stades larvaires. Lors de la mue imaginale, les ailes se développent et les larves deviennent de jeunes ailés. Le développement larvaire est plus rapide lorsque les températures sont élevées que lorsqu'elles sont basses.



Données relatives aux larves solitaires

Nombre de stades larvaires	5 à 6
Couleur	Verte ou verdâtre
Nombre de stries oculaires	7
Durée du développement	30 à 39 jours (zones de reproduction estivale et mer Rouge) 28 à 48 jours (périodes plus fraîches, ex.: Afrique du Nord-Ouest)
Durée moyenne de L1 à L4	6 à 7 jours/stade
Durée moyenne de L5 à L6	7 à 10 jours
Mortalité	70% (L1), 20% (L2), 10% (L3 à L5), 5% (à chaque mue)

Larves

Éclosion

Au moment de l'éclosion, les larves traversent le bouchon spumeux pour gagner la surface. Elles muent immédiatement en stade 1 et passent ensuite par cinq stades larvaires (parfois six en phase solitaire), muant entre chaque stade. Lors de la dernière mue (ou mue imaginale), le jeune ailé émerge (voir Fig. 6). Les stades larvaires sont souvent appelés L1, L2, L3 et ainsi de suite.

Développement

La vitesse du développement larvaire, comme celle du développement embryonnaire, est une fonction de la température (voir Fig. 6). La corrélation avec la température de l'air est toutefois moins claire que pour les œufs car les larves peuvent, dans une certaine mesure, contrôler la température de leur corps en se chauffant au soleil ou en cherchant de l'ombre. Il n'y a pas d'indication que des larves se développent plus lentement dans une végétation relativement sèche.

Survie

La pluie, associée à la ponte des œufs, génère normalement suffisamment de végétation pour permettre aux larves de se développer. Les populations larvaires peuvent périr faute de nourriture mais cela est rare. Cependant, seule une fraction des larves survit jusqu'à la mue imaginale. Jusqu'à 70-80% des larves de stade 1 peuvent périr à cause de réserves hydriques inadéquates, du cannibalisme et de la prédation par les fourmis. Au cours du développement des larves survivantes, une mortalité de 10 à 20% peut être due au cannibalisme, au parasitisme et à la prédation.

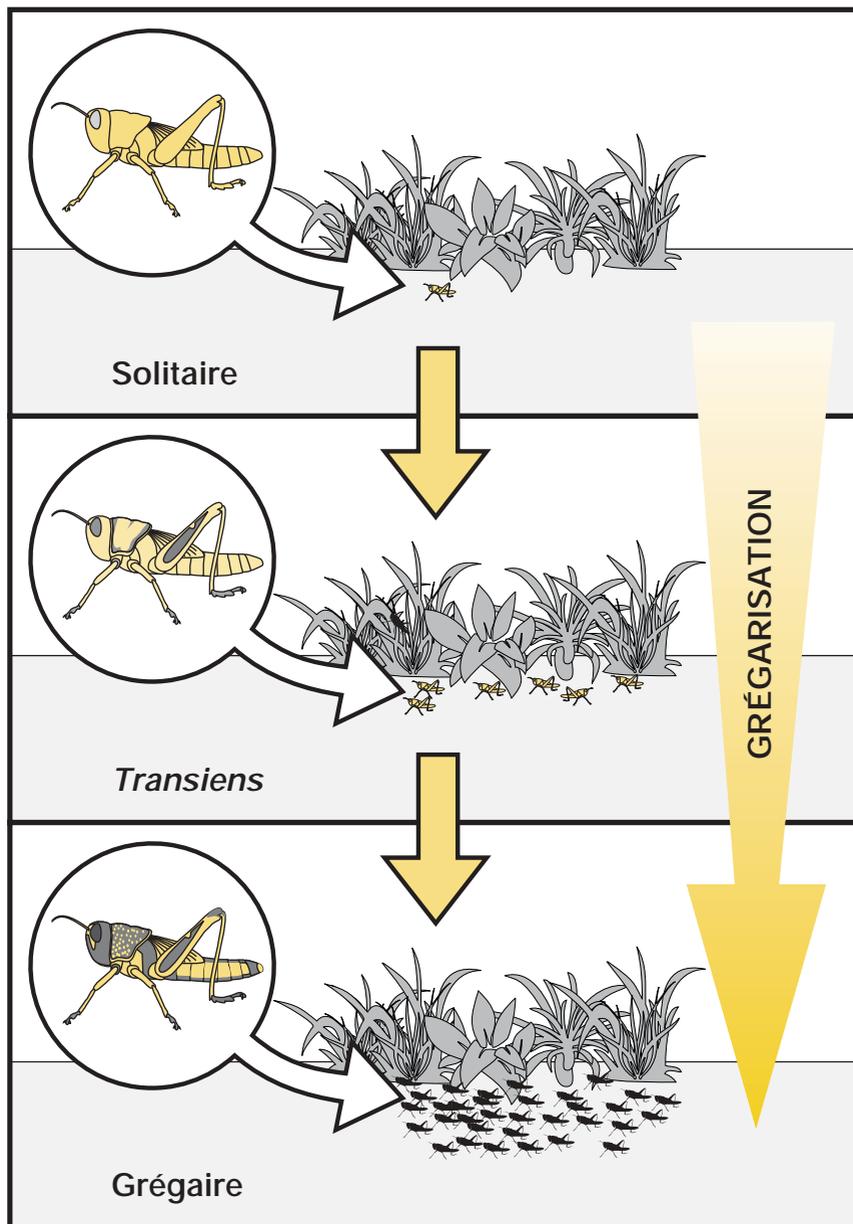
Stades

Au cours des périodes de rémission, il arrive fréquemment qu'on trouve simultanément des larves solitaires de tous les stades dans une même zone. Cela est dû, en partie, au fait qu'il y a des intervalles entre les pontes et, en partie, au fait que les œufs d'un même site de ponte et d'une même oothèque n'éclosent pas tous exactement au même moment. Les bandes larvaires contiennent souvent plusieurs stades larvaires, bien que généralement un ou deux stades prédominent.

Comportement des larves solitaires

<i>Aube – avant le lever du soleil</i>	Les larves se déplacent sur la végétation et sur le sol et grimpent jusqu'en haut des plantes
<i>Après le lever du soleil</i>	Les larves descendent des plantes sur le sol
<i>En début de matinée</i>	Les larves se réchauffent au sol, du côté des plantes exposé au soleil, à l'abri du vent
<i>Fin de matinée</i>	Les larves grimpent de nouveau dans la végétation, s'abritent à l'intérieur des plantes ou se reposent perchées en haut de celles-ci
<i>Après-midi</i>	Les larves redescendent au sol et se réchauffent du côté des plantes exposé au soleil
<i>Crépuscule</i>	Les larves grimpent à nouveau dans la végétation

Figure 7. Avec l'accroissement de leurs effectifs, le comportement des larves solitaires change. Elles se concentrent et peuvent former des groupes. Cela se produit fréquemment lorsque la végétation commence à se dessécher. Leur couleur change également et une maculature noire apparaît.



Groupes

Avec l'accroissement de leurs effectifs dans certains habitats, le comportement des larves change: des accumulations et des concentrations se produisent (voir Fig. 7). Cela peut se produire lorsque les larves s'abritent dans la végétation, se chauffent au soleil, s'alimentent, se perchent ou se déplacent sur le sol. Au cours de ces périodes, les larves commencent à se sentir attirées les unes par les autres et à former des groupes. L'apparition de taches noires sur les larves solitaires vertes constitue un autre indicateur mais le changement de comportement précède le changement de couleur. Le regroupement peut être considéré comme une étape intermédiaire dans le changement qui s'opère entre des larves en phase solitaire et des bandes de phase grégaire.

En raison de la diversité des habitats et de la variabilité du comportement acridien, les groupes ne se forment à partir d'un seuil densitaire précis. Le regroupement se produit souvent dans des habitats ouverts, moins homogènes, dans lesquels des taches de végétation relativement dense sont séparées par de vastes superficies de sol nu comme, par exemple, dans des sites à *Panicum sp.* et *Heliotropium sp.* D'autre part, lorsque des larves solitaires en faible densité sont présentes dans des habitats homogènes alternant plantes basses et sol nu ou dans des habitats à la végétation uniformément dense, la probabilité que des groupes se forment est plus faible.

Sur le terrain, la présence de groupes larvaires indique que les populations larvaires deviennent grégaires et que des bandes vont vraisemblablement se former. Ce processus peut être accéléré lorsque des effectifs élevés de sauteriaux et d'autres locustes sont présents sur le même site.

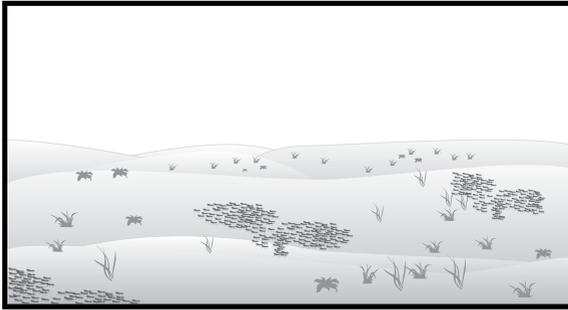


Question fréquemment posée n° 3 (voir réponse page 42)

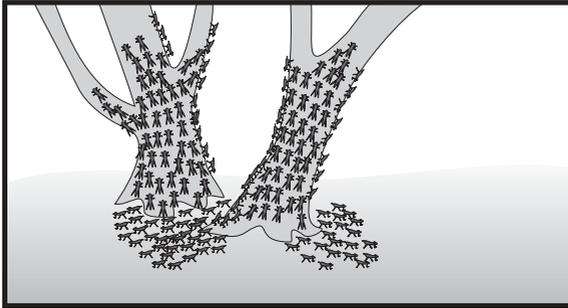
Comment peut-on faire la différence entre groupes et bandes larvaires?

Figure 8. Comportement des bandes larvaires.

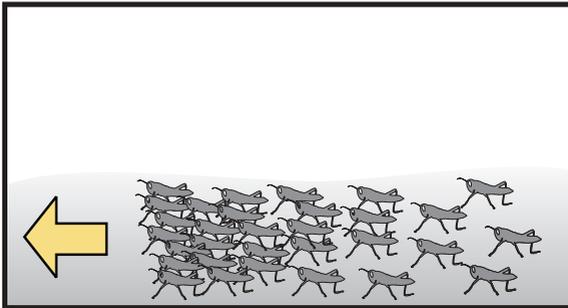
1 Peu de temps après l'éclosion, les larves forment de petites taches noires et denses



2 Ces taches fusionnent, formant de plus grandes bandes



3 Dans les bandes, les larves se déplacent toutes dans la même direction



Données relatives aux larves grégaires de Criquet pèlerin

Nombre de stades larvaires	5
Couleur	noire(L1), jaune et noire (L2 à L5)
Nombre de stries oculaires	1 (L1), 2 (L2), 3 (L3), 4 (L4), 5 (L5)
Durée du développement	25 à 57 jours
Durée moyenne de L1 à L4	6 à 7 jours/stade
Durée moyenne de L5	10 jours
Dimension (en mm)	7 (L1), 15 (L2), 20 (L3), 33 (L4), 50 (L5)
Poids (en mg)	30 à 40 (L1), 50 à 80 (L2), 120 à 200 (L3), 500 à 700 (L4), 1000 à 1200 (L5)
Mortalité	70% (L1), 20% (L2), 10% (L3 à L5), 5% (à chaque mue)

Bandes

Éclosion. L'éclosion se produit généralement à l'aube ou peu après et les larves nouveau-nées, qui noircissent dans les heures suivant l'éclosion, se dirigent vers la touffe de végétation la plus proche. Le premier jour, les larves ne s'alimentent pas et se déplacent peu. Regroupées, elles n'occupent pas plus de quelques dizaines de cm² mais cette masse correspond à plusieurs milliers d'individus par m² et se présente généralement sous forme de petites taches noires et denses (voir Fig. 8).

Par temps chaud et ensoleillé, les bandes larvaires alternent repos sur perchoir et marche. Par temps couvert, les bandes se déplacent peu.

Les densités au sein des bandes larvaires varient selon le comportement des bandes et le stade larvaire ainsi qu'en fonction de l'habitat et des conditions météorologiques. Par exemple, les bandes au sol sont plus denses que les perchées, elles-mêmes plus denses celles en déplacement. Les densités maximales des bandes au sol sont de plus de 30 000 larves par m² pour les premiers stades et d'à peine plus de 1 000 larves par m² pour le stade 5. Les densités moyennes sont beaucoup plus faibles; pour les bandes de dernier stade, elle est de l'ordre de 50 à 100 larves par m². Les densités relatives des différents stades ne signifient pas grand chose car les larves grandissent.

Fusion. La surface occupée par les bandes larvaires augmente avec le développement des larves et des bandes voisines fusionnent, résultant en la formation de bandes beaucoup plus grandes; ce processus se poursuit jusqu'au stade 4. Des larves des stades 1, 2 et 3 se retrouvent parfois mélangées à des bandes larvaires de stade plus âgé. L'augmentation en taille des bandes avec l'âge peut même être supérieure à la diminution en densité. Au dernier stade, les bandes ont cependant tendance à se disperser et à devenir moins cohérentes.

Déplacement. La vitesse de déplacement d'une bande varie avec la température, le couvert végétal et même avec la taille et la cohésion de la bande. Par exemple, les mesures effectuées pour des bandes de stade 4 dominant indiquent que les déplacements varient de 200 à 1 700 m par jour.

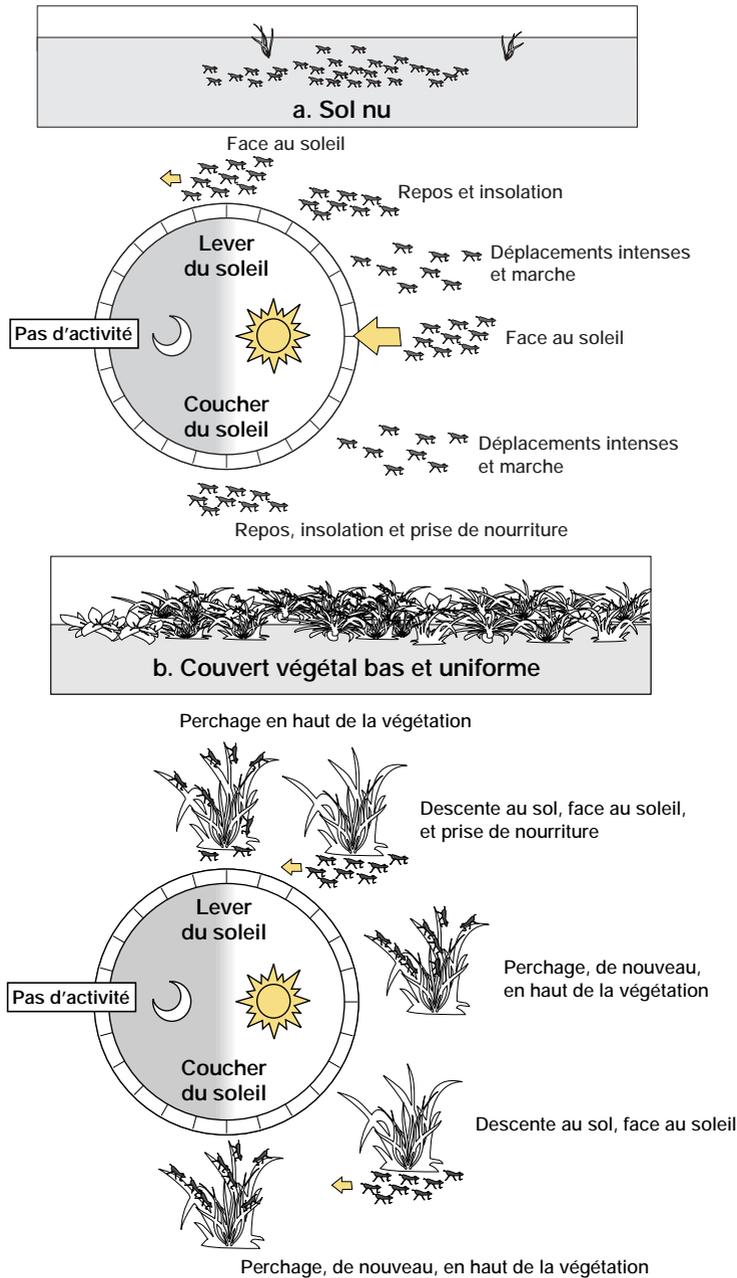
Généralement, les bandes se déplacent seulement de jour, à partir de deux à trois heures après l'aube jusqu'à une heure environ avant le coucher du soleil. Il existe cependant des signalisations de déplacements nocturnes lors de températures exceptionnellement élevées ou par pleine lune. Si la végétation est très sèche, les bandes peuvent continuer à se déplacer de nuit à la recherche de végétation verte. La bande maintient généralement une direction constante pendant le jour et un obstacle, même majeur, n'est pas toujours suffisant pour changer sa trajectoire. Le déplacement se fait souvent, mais pas toujours, dans le sens du vent. A la mi-journée, les bandes se perchent généralement dans la végétation.

Période de la journée

Comportement des bandes larvaires

De 20 min avant à 2 h 1/2 après le lever du soleil	Descente de la végétation; marche lente et dense
De 45 min à 2 h après le lever du soleil	Regroupement au sol
De 1 h 1/2 après le lever du soleil à la mi-journée	Marche
Après-midi	Perchage dans la végétation
La fin d'après-midi à 1h avant le coucher du soleil	Marche
De 80 min avant à 5 min après le coucher du soleil	Regroupement au sol
Pendant la nuit	Marche éventuelle de quelques heures; perchage perchage dans la végétation

Figure 9. Effet (a) du sol nu et (b) d'un couvert végétal bas et uniforme sur le comportement des larves.



Effet de la végétation sur le comportement journalier des larves

Durant la journée, le comportement des larves est influencé par l'habitat. Le comportement des larves dans quatre principaux types d'habitat est décrit ci-après.

Sol nu (voir Fig. 9a). Les larves passent la majeure partie de la journée à se déplacer sur le sol nu, alternant repos et réchauffement au soleil (en se plaçant de face ou de profil par rapport au soleil).

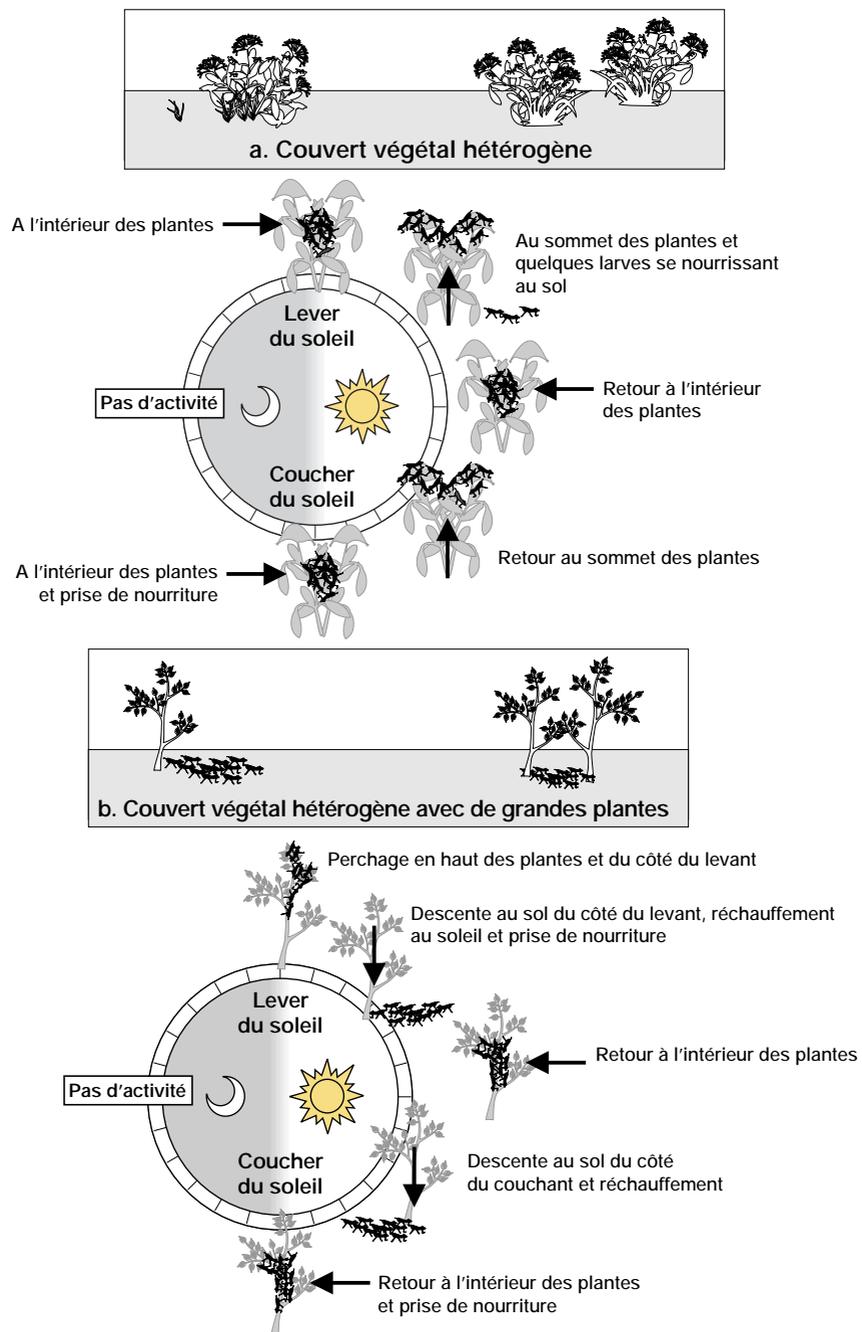
Période de la journée	Comportement des larves
Aube, avant le lever du soleil	Marche au sol, repos et réchauffement face au soleil
Lever du soleil et début de la matinée	Repos au sol et réchauffement au soleil
Du milieu de la matinée à la mi-journée	Marche au sol
Mi-journée	Positionnement face au soleil
Après-midi	Marche au sol
Fin d'après-midi et crépuscule	Réchauffement au soleil
Crépuscule	Perchage et, si possible, prise de nourriture

Couvert végétal bas et homogène (voir Fig. 9b). Dans un habitat où la végétation est répartie de façon régulière et consiste en petites plantes basses séparées par de petites plages de sol nu, le comportement des larves est similaire à celui qu'elles ont sur le sol nu et s'y ajoutent des déplacements d'entrée et de sortie dans la végétation. Le déplacement des larves est réduit quand le ciel est nuageux ainsi que le matin de bonne heure, quand le ciel est dégagé et la température basse.

Période de la journée	Comportement des larves
Aube, avant le lever du soleil	Marche sur la végétation ou au sol suivie de perchage au sommet des plantes
Après le lever du soleil et en début de matinée	Descente des plantes vers le sol et réchauffement du côté des plantes exposé au soleil et à l'abri du vent; légère prise de nourriture
Fin de matinée	Nouvelle entrée dans la végétation pour s'y abriter ou se reposer en haut des plantes
Mi-journée	Positionnement face au soleil
Après-midi	Redescente vers le sol et réchauffement du côté des plantes exposé au soleil
Vers le crépuscule	Réchauffement au soleil
Crépuscule	Arrêt du réchauffement au soleil et nouvelle entrée dans la végétation

	Sol nu		Végétation basse	
	Temps ensoleillé	Temps nuageux	Temps ensoleillé	Temps nuageux
Stade 1	100	50	50	25
Stade 5	800	400	400	200

Figure 10. Effet d'une végétation hétérogène sur le comportement des larves.



Couvert végétal hétérogène (voir Fig. 10a). Dans les habitats où se rencontrent de grosses plantes denses et basses (ex.: *Heliotropium* sp.) séparées par de grandes plages de sol nu, les larves, au cours de la journée, passent la majeure partie de leur temps à grimper et descendre dans la végétation et très peu de temps au sol. Lorsque le ciel est couvert, les larves passent presque tout leur temps dans la végétation.

Période de la journée	Comportement des larves
Aube	Présence à l'intérieur de la végétation
Début de matinée	Réchauffement au soleil en haut des plantes; parfois quelques mouvements de descente au sol et réchauffement au soleil
Milieu de journée	Retour dans la végétation pour s'y abriter et s'y alimenter
Après-midi	Perchage en haut des plantes
Fin d'après-midi	Réchauffement au soleil en haut des plantes
Crépuscule	Retour à l'intérieur de la végétation et prise de nourriture

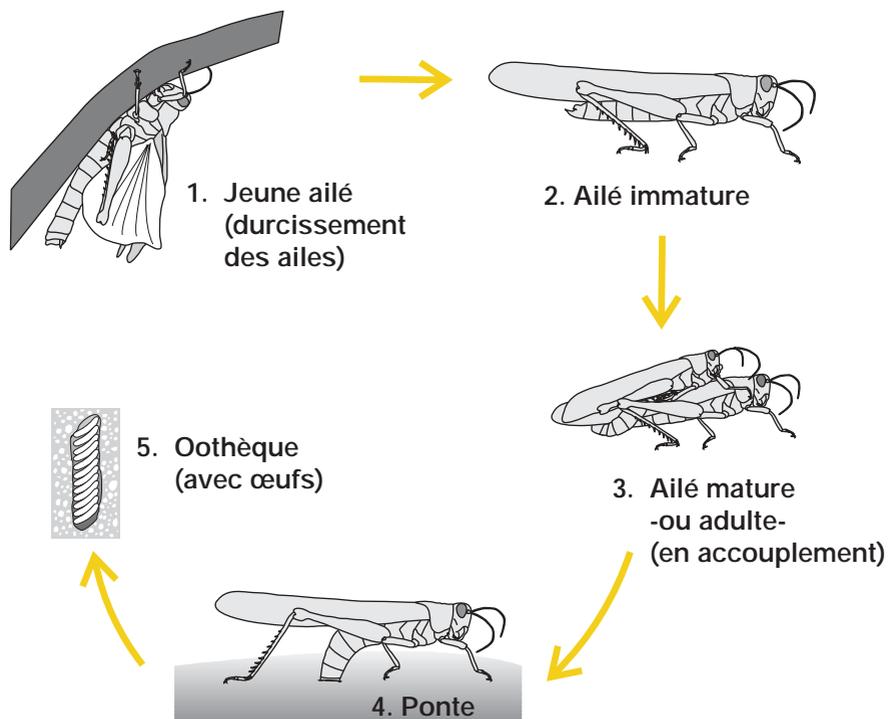
Couvert végétal hétérogène avec de grandes plantes (voir Fig. 10b). Dans les habitats ouverts composés de plantes relativement hautes (ex: *Panicum* sp., *Dipterygium* sp. et *Pennisetum* spp.), les larves montent et descendent dans la végétation du côté du soleil levant et du soleil couchant.

Période de la journée	Comportement des larves
Aube	Les larves se déplacent vers le haut des plantes, du côté du soleil levant
Lever du soleil	Les larves descendent des plantes vers le sol du côté du levant
Matinée	Les larves se chauffent au soleil et s'alimentent
Milieu de journée	Les larves s'abritent dans la végétation
Après-midi	Les larves quittent la base des plantes du côté du sud-ouest et se déplacent au sol
Fin d'après-midi	Les larves se regroupent à la base des plantes du côté du couchant et se chauffent au soleil
Crépuscule	Les larves vont s'abriter dans les plantes et s'y alimenter

Distances parcourues par jour (en m)

	Végétation mixte		Végétation de haute taille	
	Temps ensoleillé	Temps nuageux	Temps ensoleillé	Temps nuageux
Stade 1	2	1	10	5
Stade 5	20	10	100	50

Figure 11. Lors de la mue imaginale, les ailes de l'adulte durcissent et l'ailé reste immature jusqu'à ce que sa maturation soit stimulée par les précipitations. S'il fait chaud et si la végétation est abondante, il faut environ trois semaines aux ailés pour atteindre leur maturité et pondre des œufs. Si le temps est sec et frais, les ailés peuvent rester immatures pendant six mois.



Nombre de jours après la mue imaginale	Proportion de la population prête à migrer
10	10%
11	20%
12	40%
13	20%
14	10%

Note: Ces chiffres sont des estimations à une température journalière moyenne de 25°C

Ailés

Jeunes ailés et ailés immatures

Après la mue imaginale, il faut environ dix jours pour que les ailes durcissent suffisamment et permettent un vol soutenu (voir Fig. 11). Les ailés restent ensuite immatures jusqu'à ce qu'ils rencontrent des conditions stimulant la maturation. La période pendant laquelle les ailés restent immatures est très variable selon les conditions de l'habitat et peut impliquer une migration vers d'autres zones dans lesquelles existent des conditions plus propices (voir Migration, p. 32-33).

Maturation

Les conditions favorables à la maturation sont généralement associées à la pluie. Par exemple, des précipitations dans une zone déjà infestée ou l'émigration des criquets dans une zone de pluie récente peuvent déclencher la maturation. A leur arrivée dans une zone de pluie récente, les ailés immatures commencent généralement leur maturation. Un criquet mature déclenche la maturation de ses congénères, ce qui peut expliquer la maturation bien synchronisée des essais.

Si la végétation est abondante, les températures journalières maximales égales ou supérieures à 35°C et que les précipitations permettent la croissance de la végétation, les ailés pourront probablement pondre leurs œufs trois semaines après la mue imaginale. A l'inverse, dans des conditions sèches, les ailés peuvent survivre à l'état immature pendant six mois ou plus. Par contre, les ailés ne peuvent pas survivre longtemps dans des conditions chaudes et sèches avec peu de nourriture. Bien que les ailés puissent survivre pendant l'hiver en Afrique de l'Ouest, au sud du Sahara, où il fait relativement chaud, ils ne s'y reproduisent pas.

Les mâles deviennent généralement sexuellement matures avant les femelles. Le seul indicateur satisfaisant de la maturation des femelles est le développement des œufs, qui ne peut être observé que par dissection (voir p.38-39 du fascicule des directives intitulé «Prospection»). Dans la plupart des cas, il faut environ dix jours pour que les œufs puissent être pondus. Quand les températures sont élevées et la végétation abondante, cette durée peut être réduite. Il est peu probable que le développement des œufs s'effectue à des températures inférieures à 15°C et, même lorsque les températures journalières atteignent 20°C, les ailés restent généralement immatures.

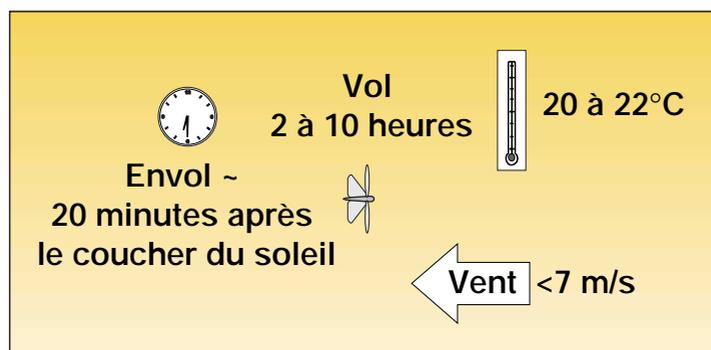
Conseil: le Criquet pèlerin est un grand acridien bien charpenté et au vol puissant lui permettant de parcourir 30 m environ avant de se poser. Il se pose souvent sur une plage de sol nu, de côté par rapport à l'observateur. Cela le distingue du Criquet arboricole, plus lourd, qui se déplace souvent d'un arbre à l'autre, ou du Criquet migrateur dont le vol rapide se termine par un brusque plongeon vers le sol.



Question fréquemment posée n° 4 (voir réponse page 42)

Les criquets pèlerins hivernent-ils?

Figure 12. Les ailés solitaires de Criquet pèlerin migrent pendant la nuit. Quand la température est supérieure à 20-22°C et que la vitesse du vent est inférieure à 7 m/s, ils prennent généralement leur envol 20 minutes environ après le coucher du soleil et peuvent voler pendant dix heures au maximum. Cependant, ils ne volent généralement que pendant quelques heures de suite.



Quelques caractéristiques des ailés solitaires

Couleur	Brunâtre
Durée de maturation	2 semaines à 6 mois
Période de l'envol	20 minutes après le coucher du soleil
Température lors de l'envol	> 20 à 22°C (100% des envols à >27°C)
Vitesse du vent lors de l'envol	< 4 à 7 m/s
Période du vol	Pendant la nuit
Direction du vol	Dans le sens du vent
Orientation des ailés	Dans le sens du vent
Vitesse au sol	7 à 18 m/s (25 à 65 km/h) ou vitesse du vent à l'altitude du vol + 4 m/s
Vitesse de vol moyenne	3,8 à 4,3 m/s (13 à 15 km/h)
Altitude de vol	< 1800 m (généralement < 400 m)
Durée du vol	10 h maximum (2 h en moyenne)
Distance parcourue pendant le vol	1 à 400 km/nuit

Ailés solitaires

Les ailés solitaires migrent pendant la nuit (voir Fig. 12). Des individus ont été détectés par radar à des altitudes pouvant atteindre 1 800 m. On ne sait pas si tous les criquets pèlerins pouvant voler migrent, combien de temps ils restent en vol pendant la nuit et s'ils volent ou non pendant des nuits consécutives. Il est possible qu'il y ait des vols brefs à basse altitude induisant des déplacements à courte distance et des vols soutenus à plus haute altitude qui correspondent à une migration. Certains criquets pèlerins solitaires peuvent ne pas migrer du tout mais simplement se déplacer localement.

La température limitante pour le vol de nuit est à peu près la même que pour le vol de jour, de l'ordre de 20 à 22°C. Cela est surprenant car, à cette température ambiante limitante, la température du corps des criquets doit être considérablement plus basse lorsqu'ils volent de nuit plutôt que de jour, en plein soleil.

Les criquets pèlerins volant de nuit peuvent localiser les zones de végétation sur lesquelles se poser même si ce ne sont que quelques taches isolées. On ignore comment ils font.

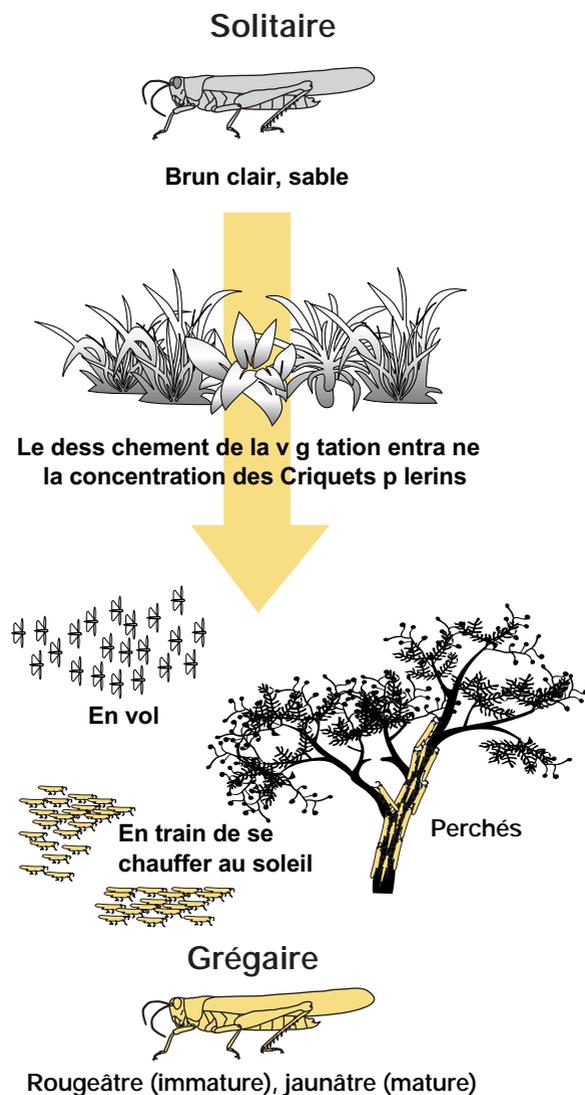
Conseil: la nuit, les ailés sont attirés par les lumières. Lorsqu'on voit des ailés se diriger vers des lumières (par exemple, des réverbères dans les zones urbaines ou des feux de camp sur le terrain), cela peut indiquer qu'ils sont en train de se déplacer d'un site à un autre.



Question fréquemment posée n° 5 (voir réponse page 42)

Les ailés solitaires volent-ils pendant la journée?

Figure 13. Quand la végétation commence à se dessécher, les ailés solitaires peuvent se concentrer et former des groupes. Ce phénomène peut se produire pendant qu'ils se chauffent au soleil, s'alimentent, se perchent ou volent. Au cours de ce processus, le comportement et la couleur des ailés changent.



Groupes

Comme chez les larves, le comportement des ailés solitaires change en fonction de l'environnement et des effectifs (voir Fig. 13). Par exemple, au cours d'une rémission, à la fin d'une période de reproduction, les effectifs d'ailés augmentent souvent suite à la reproduction précédente. Dans le même temps, la taille des habitats favorables diminue avec le dessèchement des conditions ambiantes. Cela entraîne une concentration des ailés dans les zones relativement restreintes restant appropriées à leur survie. Si les ailés sont matures, cette concentration est souvent associée à une ponte dans les quelques zones au sol encore humide. Suite à la concentration, les ailés commencent à réagir à la présence de leurs congénères et à former des groupes. Ce phénomène peut également être indiqué par un changement de couleur des ailés bien que ce dernier se produise après le changement de comportement. Les ailés immatures peuvent être de couleur brune avec des traces rosâtres sur l'abdomen et les ailes, alors que les ailés matures présenteront des traces jaunâtres.

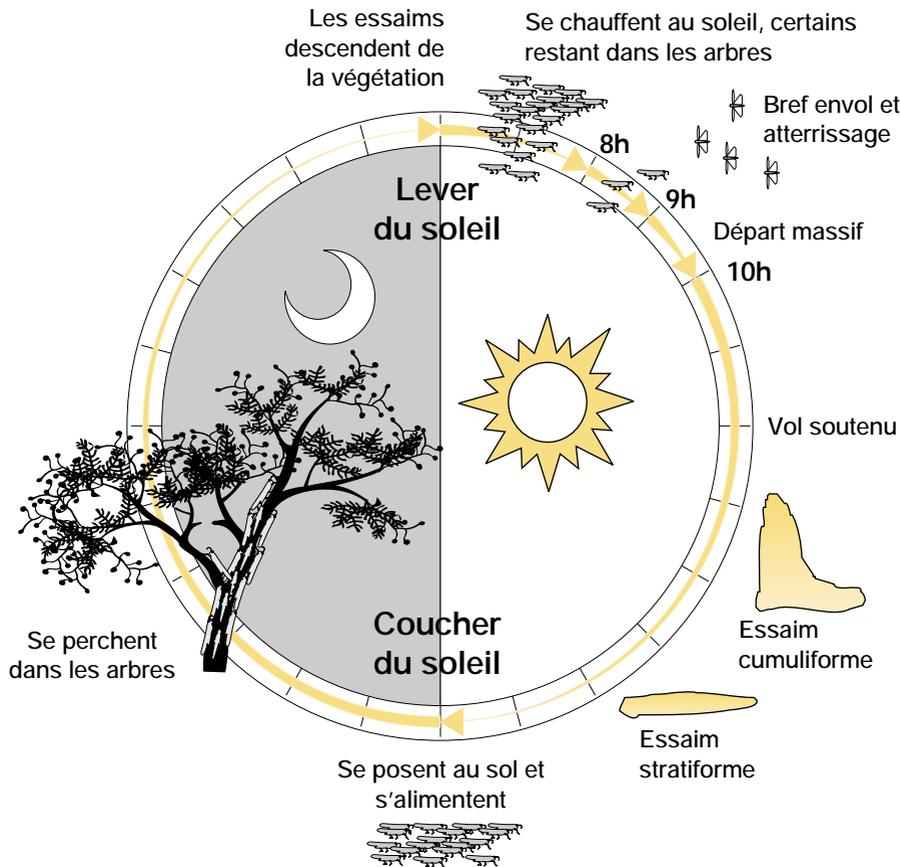
Des groupes peuvent se former quand les ailés se chauffent au soleil, sont perchés ou sont en vol. Ce dernier cas peut se produire dans les zones de vents convergents, entraînant la concentration des criquets. Sur le terrain, l'observation de groupes indique que les ailés deviennent grégaire et peuvent former des essaims. Ce processus peut être accéléré par l'arrivée d'autres ailés ou par la présence d'effectifs élevés de sauteriaux ou d'autres locustes.



Question fréquemment posée n° 6 (voir réponse page 42)

Comment peut-on faire la différence entre groupes d'ailés et essaims?

Figure 14. Les essaims passent la nuit perchés sur la végétation. A l'aube, ils descendent au sol et se chauffent au soleil. En milieu de matinée, les essaims prennent leur envol et continuent souvent à voler jusqu'à peu avant le coucher du soleil; ils se posent alors et s'alimentent. Si le temps est exceptionnellement chaud, les essaims peuvent se poser à midi et s'envoler de nouveau dans l'après-midi.



Essaims

Formation. Les premiers essaims se forment généralement à quelques dizaines ou même à quelques centaines de kilomètres sous le vent de la zone de ponte principale. Les jeunes ailés s'éloignent de la zone de reproduction; des agrégations se forment alors, rassemblant d'autres criquets autour d'elles.

Structure. Les essaims peuvent prendre la forme de nappes volant à basse altitude (essaims stratiformes) ou les criquets peuvent s'accumuler à haute altitude, semblables à des rideaux qui pendraient (essaims cumuliformes), le sommet pouvant se trouver à une altitude de 1 500 m (voir Fig. 14). Les essaims stratiformes sont plats et mesurent généralement plusieurs dizaines de mètres de large; ils se forment souvent lorsque le temps est frais et couvert ou en fin d'après-midi. Les essaims cumuliformes sont associés à des courants de convection thermique lors d'après-midi chauds, particulièrement fréquents au cours des mois les plus chauds et les plus secs de l'année. Au sein des essaims cumuliformes, les criquets des 400 m inférieurs volent sous forme de courants qui peuvent prendre n'importe quelle direction. Les courants qui s'écartent de l'essaim le réintègrent ultérieurement. Les criquets situés plus haut dans l'essaim peuvent également constituer des courants à la direction aléatoire ou former des nappes tourbillonnantes.

Densité. La densité des essaims varie considérablement. Le chiffre communément accepté pour un essaim de taille et de densité moyennes posé au sol est de 50 millions d'individus/km² (50 criquets/m²); les valeurs minimale et maximale sont respectivement de 20 et 150 millions de criquets/km². Les essaims se déploient généralement lorsqu'ils sont en vol et couvrent alors entre deux et trois fois la superficie occupée lors du perchage. La densité volumique des essaims en vol peut atteindre un maximum de 10 criquets pèlerins par m³.

Caractéristiques des essaims de Criquet pèlerin

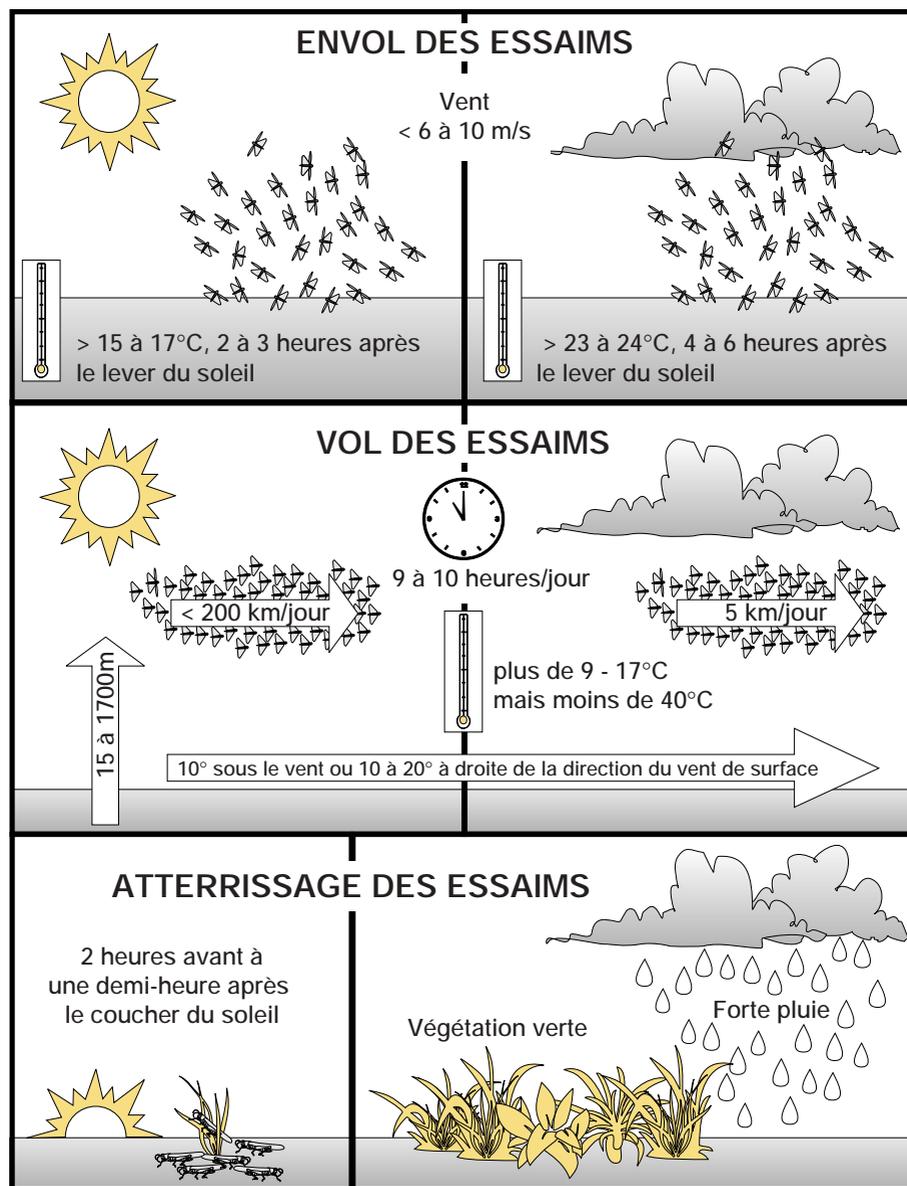
<i>Couleur</i>	Rose (immatures), jaune (matures)
<i>Durée de maturation</i>	2 semaines à 6 mois
<i>Densité moyenne au sol</i>	50/m ² (500 000/ ha)
<i>Densité au sol, min/max</i>	20 à + 120/m ² (200 000 à 1 + 200 000/ha)
<i>Densité en vol</i>	1/1000 m ³ à 10/m ³



Question fréquemment posée n° 7 (voir réponse page 42)

Les essaims volent-ils la nuit?

Figure 15. Paramètres de l'envol, du vol et de l'atterrissage des essaims.



Envol. Généralement, la première activité matinale des essaims consiste à descendre de la végétation sur laquelle ils étaient perchés pour la nuit (voir Fig. 14). Les criquets pèlerins posés sur le sol nu exposent leur corps perpendiculairement au soleil pour se réchauffer le plus vite possible. Avec l'augmentation de la température, des groupes de criquets s'envolent puis atterrissent plusieurs fois (voir Fig. 15). Comme les avions, les acridiens se posent et s'envolent face au vent. Les vols intermittents sont de type déroulant. Au niveau du front de l'essaim, les ailés descendent groupés, virant face au vent pour atterrir; à l'arrière de l'essaim, ils s'envolent face au vent. Au fur et à mesure que l'essaim passe au-dessus d'eux, les ailés virent pour le rattraper.

Vol. Vers le milieu de la matinée, ou plus tôt si la température est suffisamment élevée pour permettre un vol soutenu, tout l'essaim prend son envol. Les vols soutenus sont rares si la température est inférieure à 20°C . Cette température limitante est plus élevée si le ciel est couvert (environ 23°C).

Distance parcourue. Les essaims peuvent voler jusqu'à neuf ou dix heures par jour, se déplaçant sous le vent bien que des essaims matures puissent parfois se déplacer sur une courte distance face au vent si celui-ci est faible. Un essaim se déplace généralement à une vitesse légèrement inférieure à la vitesse du vent et peut facilement couvrir 100 km ou plus en une journée. Le niveau de vent qui détermine le déplacement des essaims cumuliformes n'est pas clair. Les essaims peuvent être poussés par des vents d'altitude ou bien être freinés par des vents de surface, souvent plus lents et soufflant fréquemment d'une direction différente. Bien que, dans un essaim, les criquets puissent voler dans des directions différentes, le résultat global est un déplacement dans le sens du vent. Comme dans beaucoup d'essaims une proportion considérable de criquets passe du temps au sol, l'essaim se déplace presque toujours à une vitesse inférieure à celle du vent. S'il n'y a pas de vent, les criquets volent à une vitesse de 3 à 4 m/s environ.

Atterrissage. Il arrive parfois que les jeunes essaims immatures continuent à voler après le coucher du soleil lors de soirées chaudes mais, normalement, les essaims commencent à se poser une heure environ avant le coucher du soleil, lorsque les courants de convection disparaissent. Les densités aériennes peuvent être très élevées à ce moment de la journée.

Migration des essaims

Période de l'envol

Temps chaud: 2 à 3 heures après le lever du soleil
Temps frais: 4 à 6 heures après le lever du soleil
Temps ensoleillé: $> 15 \text{ à } 17^\circ\text{C}$

Température lors de l'envol

$< 6 \text{ m/s}$

Vitesse du vent lors de l'envol

Pendant la journée

Vol

Dans le sens du vent
Formule de Draper¹ (zones de végétation), similaire à la vitesse du vent (peu ou pas de végétation), ou $0,4 \text{ à } 4,4 \text{ m/s}$ ($1,5 \text{ à } 16 \text{ km/h}$)

Direction du vol

$3,8 \text{ à } 4,3 \text{ m/s}$ ($13 \text{ à } 15 \text{ km/h}$)

Vitesse au sol

15 à 1700 m

Vitesse de vol moyenne

$9 - 17^\circ\text{C} < \text{Température} < + 40^\circ\text{C}$

Altitude de vol

9 à 10 h (min), 13 à 20 h (max)

Température de vol (jour)

5 à + 200 km/jour

Durée du vol

2 heures avant le coucher du soleil à une demi-heure après le coucher du soleil

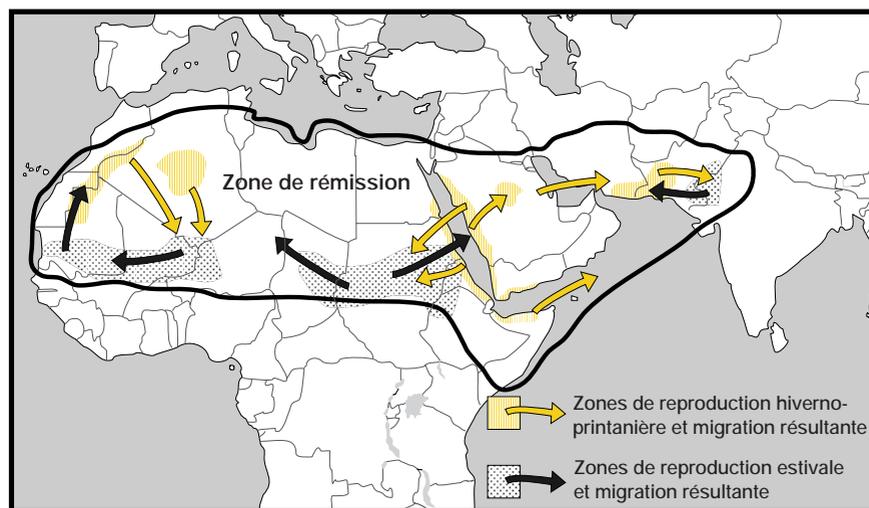
Distance parcourue

Période de l'atterrissage

¹ $0,9071W - 0,0199W + 0,0049H + 3,7373$

où $W = \text{vitesse du vent (km/h)}$ et $H = \text{altitude de vol (m)}$

Figure 16. Au sein de la zone de rémission, les criquets pèlerins se déplacent avec les vents. Ceux-ci les amènent dans des zones déterminées au cours de l'été (Sahel et désert indo-pakistanaï) et au cours de l'hiver et du printemps (Afrique du Nord-Ouest, rives de la mer Rouge et Balouchistan).



Zones de reproduction printanière

- Afrique du Nord-Ouest
- Iran, Pakistan
- Intérieur de l'Arabie Saoudite et Yémen
- Péninsule de la Somalie et Afrique de l'Est*

Zones de reproduction estivale

- Soudan, Érythrée, Éthiopie
- Afrique de l'Est*
- Sahel, Afrique de l'Ouest
- Frontière indo-pakistanaïse

Zones de reproduction hivernale

- Côtes de la mer Rouge et du golfe d'Aden
- Péninsule de la Somalie et Afrique de l'Est*

* pendant les invasions généralisées

MIGRATION ET RÉPARTITIONS SAISONNIÈRES

Comme les essaims volant de jour et les ailés solitaires volant de nuit se déplacent dans le sens du vent, les changements saisonniers des flux d'air amènent les criquets pèlerins dans des zones déterminées selon les saisons (voir Fig. 16). Par exemple, en début d'été, les criquets pèlerins se déplacent vers le Sud, de l'Afrique du Nord-Ouest au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Pendant l'automne, ils retournent vers le Nord mais les basses températures nocturnes limitent le déplacement des ailés solitaires volant de nuit par rapport aux essaims volant de jour.

Les déplacements dans le sens du vent ont tendance à amener les criquets pèlerins dans une zone donnée pendant la saison durant laquelle la pluie est la plus probable, par exemple dans le Sahel d'Afrique de l'Ouest et au Soudan en été et sur les côtes de la mer Rouge en hiver. Après les pluies, les criquets effectuent leur maturation et se reproduisent. Quand la nouvelle génération d'ailés est capable d'un vol soutenu, le régime saisonnier des vents peut avoir changé et les conditions de reproduction peuvent s'avérer médiocres. Les criquets migrent alors rapidement vers une autre zone, fréquemment sur très grandes distances.

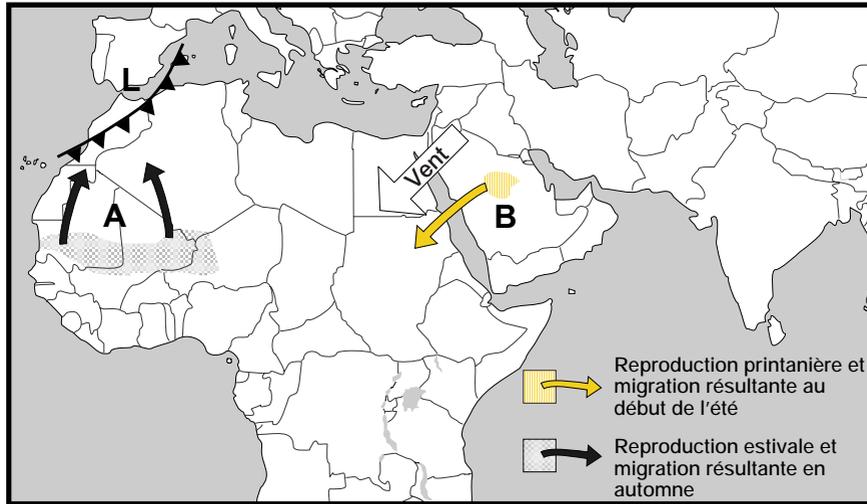
Ce qui précède n'est exact que dans le cadre d'une approche globale. Des déplacements ont souvent lieu au cours de périodes de vents particuliers sans nécessairement coïncider avec le régime des vents dominants. En outre, des déplacements rares, et même sans précédent, se produisent. C'est une des raisons pour lesquelles, chaque année, seule une partie de la zone de reproduction saisonnière est infestée. Une autre raison principale de l'échec de la reproduction est l'absence de pluies saisonnières.

Saison acridienne	Saison des pluies	Éclosion	Mue imaginale
Printemps (grande saison des pluies)	Février à mai	Mars à juin	Mai à août
Été	Juin à septembre	Juillet à septembre	Août à octobre
Hiver (petite saison)	Octobre à janvier	Octobre à janvier	Novembre à février

Figure 17. Les ailés et les essaims de Criquet pèlerin ne volent pas toujours avec les vents dominants mais peuvent, au contraire, attendre que soufflent des vents particuliers.

(A) Afrique de l'Ouest: en automne, les vents dominants sont de secteur nord. Cependant, les essaims ne vont pas se déplacer vers le sud. Au contraire, ils se déplacent vers le nord à travers le Sahara durant les quelques journées de vents de secteur sud, associés à une dépression atmosphérique au-dessus de la partie occidentale de la Méditerranée (indiquée par un L); cela est dû au fait que les vents de secteur sud sont plus chauds que les vents de secteur nord.

(B) Zone de la mer Rouge: pour pouvoir migrer de l'intérieur de l'Arabie vers le centre du Soudan au début de l'été, les essaims ne peuvent voler que pendant les rares journées de vents d'altitude traversant la mer.



Facteurs régissant la migration des essaims

On peut toujours identifier un vent suffisamment chaud provenant approximativement de la bonne direction pour expliquer pourquoi une migration particulière d'un essaim a eu lieu. Cependant, il existe souvent d'autres vents que les essaims auraient pu utiliser pour se déplacer mais ils ne l'ont apparemment pas fait. Par exemple, en automne, en Afrique de l'Ouest, les essaims se déplacent fréquemment vers le Nord et traversent le désert du Sahara, transportés par les vents chauds de secteur Sud associés aux dépressions sur la partie occidentale de la Méditerranée (Fig. 17A). Les vents de secteur Nord-Est, plus fréquents, sont souvent suffisamment chauds pour permettre le retour des essaims mais cela ne semble pas se produire. Sur la seule base des vents et des températures, les essaims devraient se déplacer vers le Sud et non vers le Nord à partir de la ceinture sahélienne d'Afrique de l'Ouest. Effectivement, certains essaims de criquets pèlerins se déplacent bien dans cette direction, communément appelée «circuit Sud». Dans la zone de la mer Rouge, des essaims ont volé à de nombreuses reprises du centre de l'Arabie saoudite vers le centre du Soudan en début d'été mais, pour se faire, ils doivent profiter des rares journées de vents d'altitude traversant la mer et, même dans ce cas, les essaims choisissent apparemment une altitude déterminée (voir Fig. 17B). Il semblerait qu'il existe des conditions physiologiques ou écologiques indispensables à la migration et non encore connues.

Facteurs régissant la migration des ailés solitaires

Si la végétation est verte et abondante, les criquets pèlerins solitaires, comme les essaims, restent sur place après la mue imaginale. Lorsque la migration a lieu, elle peut se produire au cours de plusieurs nuits successives. Par conséquent, leurs déplacements ne consistent pas en mouvements bien définis et ont tendance à mieux refléter, durant ces nuits-là, la direction moyenne des vents que les déplacements des essaims. On croyait autrefois que les ailés solitaires ne migraient pas et il est possible que, dans certaines circonstances au moins, une partie de la population se maintienne sur place.

Migration des criquets pèlerins

S'il est possible de répondre par l'affirmative à toutes les questions suivantes, il existe une forte possibilité pour que les ailés ou les essaims migrent:

- Les criquets peuvent-ils voler?
- La température est-elle suffisamment élevée?
- Le vent n'est-il pas trop fort?
- Les conditions de sol et de végétation sont-elles sèches dans la zone où se trouvent actuellement les criquets pèlerins?

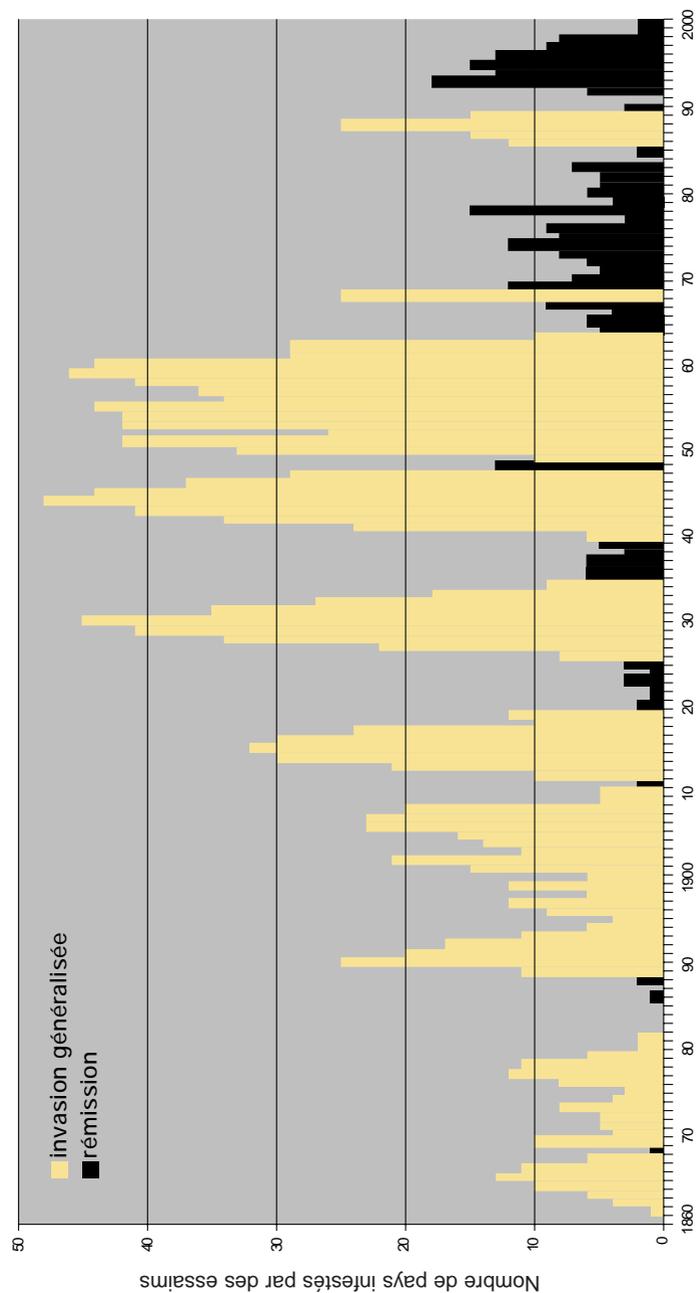


Figure 18. Périodes d'invasion et de rémission du Criquet pèlerin, de janvier 1860 à décembre 2000

RÉMISSIONS, RÉSURGENCES, RECRUDESCENCES ET INVASIONS GÉNÉRALISÉES

Les invasions généralisées du Criquet pèlerin se produisent suite à une série d'événements au cours desquels les effectifs acridiens se sont accrus. Cela commence par une période de rémission normalement calme, suivie par des résurgences localisées et des recrudescences à partir desquelles une invasion généralisée peut se développer et finalement se résorber, permettant un retour à une période de rémission.

Depuis 1860, neuf invasions généralisées et dix recrudescences majeures, interrompues par des périodes de rémission et des résurgences localisées, ont eu lieu (voir Fig. 18). Ces dernières ont duré de quelques mois à plusieurs années.

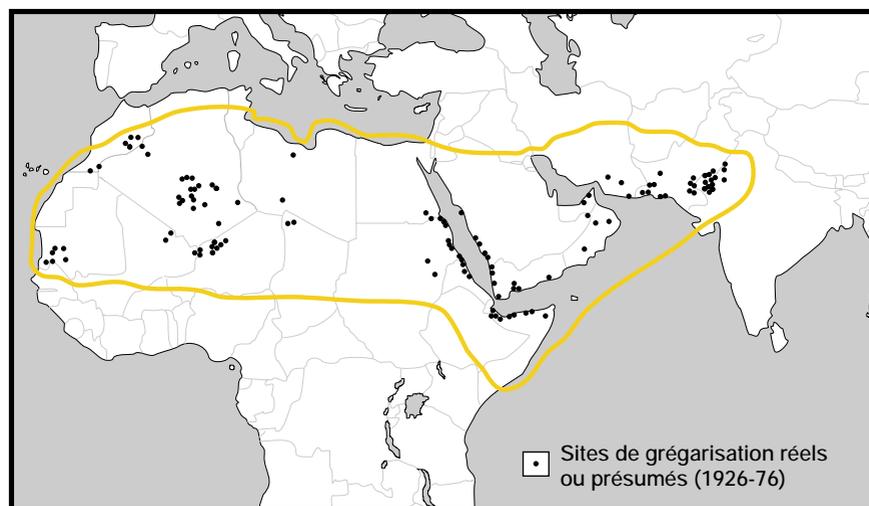
Rémissions

En temps normal, le Criquet pèlerin est présent à de faibles densités dans des zones semi-arides ou arides, loin des principales régions agricoles. Il ne provoque alors pas de dégâts significatifs aux cultures et les bandes larvaires et les essaims sont rares ou totalement absents. Ces périodes sont appelées *rémissions*.

La zone au sein de laquelle ces populations sont confinées et se déplacent est appelée *aire de rémission*. Elle couvre 16 millions de km environ et inclut environ 30 pays.

Rémission	Recrudescence	Invasion	Déclin
---	---	1861-67	---
1868	---	1869-81	---
1882-88	---	1889-1910	---
1911	1912	1912-19	1917-19
1920-25	1925-26	1926-34	1932-34
1935-39	1940-41	1940-48	1946-48
1948	1949-50	1949-63	1961-63
1964-67	1967-68	1968	1969
1969-72	1972-74	---	---
1975-76	1977-80	---	---
1981-85	1985	1986-88	1988-89
1990-92	1992-94	---	---
1995	1996-98	---	---
1999-	---	---	---

Figure 19. Il est plus probable qu'une grégarisation de grande ampleur se produise quand les densités moyennes sont relativement élevées (selon les critères d'évaluation appliqués aux ailés solitaires) sur de vastes superficies. La grégarisation sera accélérée dans les zones où l'habitat propice est localisé, entraînant le regroupement des criquets. De 1926 à 1976, des grégarisations se sont produites, ou ont certainement eu lieu, uniquement dans certaines zones de l'aire de rémission du Criquet pèlerin, comme indiqué ci-dessous. Il s'agit principalement de zones dans lesquelles deux générations de reproduction peuvent avoir lieu successivement sur une brève période.



Source: Waloff, Z. 1981 In D. Pedgley, ed. *Desert Locust Forecasting Manual*.

Récentes recrudescences

Printemps 1996	Yémen: Désert intérieur de la Shabwah
Été 1999	Soudan: Nord-Kordofan et États du Nord

Conseil: les invasions de Criquet pèlerin ne se développent pas du jour au lendemain. Il faut plusieurs mois de bonnes conditions de reproduction et d'activité acridienne accrue avant qu'une résurgence localisée ne se développe dans un ou plusieurs pays. En l'absence de lutte et si les conditions favorables persistent, la situation peut évoluer en une recrudescence régionale qui peut s'étendre à d'autres régions et finalement aboutir à une invasion généralisée. Dans de nombreux cas, les résurgences ou les recrudescences n'entraînent pas d'invasions majeures du fait du succès des opérations de lutte, de précipitations insuffisantes ou de la migration des ailés vers des zones non favorables.

Résurgences

La période de transition entre une situation de rémission et une situation d'invasion généralisée est caractérisée par des résurgences et des recrudescences. Une résurgence se produit lorsque les effectifs acridiens augmentent pendant plusieurs mois suite à la concentration, la multiplication et la grégarisation. Bien qu'une résurgence soit souvent localisée et limitée à certains habitats, elle peut conduire à la formation de bandes et d'essaims si elle n'est pas maîtrisée (voir Fig. 19).

Les premières étapes d'une résurgence passent souvent inaperçues. Les larves peuvent être dissimulées dans la végétation et échapper ainsi facilement à toute observation durant les prospections. De même, les ailés peuvent être présents en si petit nombre qu'aucun ou peu d'entre eux seront trouvés. Il est également possible que des ailés soient amenés d'une vaste zone par un flux d'air convergent de basse altitude, probablement associé à la pluie nécessaire au succès de la première reproduction de la séquence.

Durant les premières étapes d'une résurgence, la majeure partie de la population est souvent largement dispersée à des densités bien inférieures aux densités grégaires. De petites taches larvaires apparaissent et de petits essaims de faible densité se développent. Les essaims se dispersent souvent et se reforment. A ce stade, il se peut qu'une grande partie de la population ne se trouve pas encore dans des groupes au comportement grégaire.

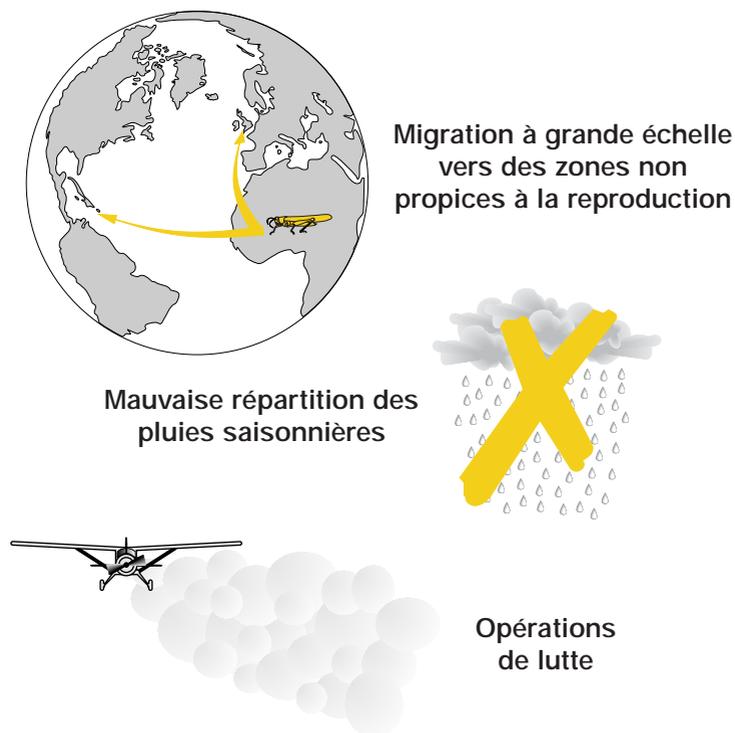
Recrudescences

Les recrudescences sont le résultat de reproductions réussies sur plusieurs générations par une population initialement de petite taille. A chaque génération, la part de la population totale regroupée dans des bandes et des essaims augmente au détriment des individus éparés; les effectifs totaux de criquets pèlerins ainsi que la taille et la cohésion des bandes et des essaims augmentent. Plusieurs résurgences se produisant simultanément suivies de deux générations ou plus de reproduction transiens à grégaire peuvent conduire à une recrudescence.

Une telle situation dépend d'une succession de pluies importantes et largement répandues dont les premières au moins tombent dans l'aire de rémission habituellement aride. Au fur et à mesure du développement de la recrudescence, des migrations ont lieu, amenant les ailés d'une zone de reproduction à la zone suivante. Plus d'une recrudescence peut se produire au même moment mais dans des régions différentes. Beaucoup de recrudescences s'éteignent sans avoir entraîné d'invasion majeure. Par exemple, sur les cinq recrudescences qui se sont produites depuis 1970, une seule a conduit à une invasion généralisée. Une telle situation peut être le résultat d'une combinaison de plusieurs facteurs tels que la mauvaise répartition des pluies entraînant des conditions défavorables à la reproduction, la migration des ailés vers une zone dans laquelle ils meurent rapidement, ou des opérations de lutte.

Les quelques recrudescences analysées avec soin sont celles qui ont conduit à des invasions généralisées, même de courte durée. Au cours de ces recrudescences, la séquence des déplacements a souvent été différente. De plus, plusieurs d'entre elles semblent avoir débuté dans des zones où une reproduction de rémission a très rarement lieu. Les zones de rémission les plus fréquemment infestées peuvent ne pas être les zones les plus importantes.

Figure 20. Les invasions généralisées prennent souvent fin grâce à une combinaison de facteurs naturels et humains tels qu'une migration à grande échelle vers des habitats non propices, la mauvaise répartition des pluies saisonnières entraînant un manque de nourriture et des activités de reproduction insuffisantes, et les opérations de lutte.



Invasions généralisées

Il y a des périodes d'une ou de plusieurs années, appelées *invasions généralisées*, au cours desquelles persistent, sur de vastes étendues, d'importantes infestations acridiennes principalement sous forme de bandes ou d'essaims. Une invasion généralisée peut se produire lorsqu'il existe des conditions propices à la reproduction et quand les opérations de lutte ne parviennent pas à stopper l'évolution d'une série de résurgences locales en une recrudescence ne pouvant pas être maîtrisée. On parle d'invasion généralisée majeure lorsque deux régions au moins sont affectées simultanément. Les invasions généralisées sont séparées par des périodes de rémission durant lesquelles les bandes et les essaims sont rares ou totalement absents et la plupart des populations acridiennes présentes à de faibles densités.

Six invasions généralisées majeures du Criquet pèlerin se sont produites au 20^e siècle; une d'entre elles a duré près de 13 ans. La zone dans laquelle les invasions généralisées ont lieu couvre environ 29 millions de km, ce qui est presque le double de la superficie de la zone de rémission, et peut englober 57 pays.

Déclin

Généralement, les invasions généralisées s'affaiblissent suite à une combinaison de facteurs naturels et d'interventions humaines (voir Fig. 20). Une des causes naturelles est la mauvaise répartition des pluies dans une zone où la reproduction est normalement couronnée de succès. Par exemple, en 1955, il n'y a pas eu de petite saison des pluies dans la Corne de l'Afrique, ce qui a entraîné la première interruption de présence des populations grégaires depuis 1950. Une autre cause est la migration vers des zones d'où soit les ailés soit leur descendance ne peuvent pas revenir. Un exemple spectaculaire est la migration transatlantique des essaims en octobre et novembre 1988. Une intervention humaine par le biais des opérations de lutte joue également un rôle significatif pour mettre fin aux invasions généralisées.



Question fréquemment posée n° 8 (voir réponse page 42)

Est-ce que les rémissions, résurgences, recrudescences et invasions généralisées se produisent de façon cyclique, par exemple, tous les sept ans?

QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES

1. Y a-t-il grégarisation à partir d'un seuil spécifique, en d'autres termes, lorsqu'un certain nombre de criquets pèlerins est présent dans un endroit donné?

Réponse: Non. Les criquets pèlerins vivent dans des types d'habitat et sous des conditions écologiques désertiques différents. Leur comportement est différent dans chacun de ces biotopes. Dans certains cas, la grégarisation peut se produire à partir d'effectifs relativement faibles; dans d'autres cas, la grégarisation n'a pas lieu alors que les effectifs acridiens sont importants. Cela est fréquemment lié aux différents types et densités de végétation.

2. Les criquets pèlerins pondent-ils des œufs dans des zones de végétation dense?

Réponse: Non. Les criquets pèlerins ont besoin de sol nu pour pondre. Dans les zones de végétation dense, il y a souvent très peu de sol nu.

3. Comment peut-on faire la différence entre groupes et bandes larvaires?

Réponse: Il faut observer avec soin leur comportement et leur aspect. Les groupes contiennent quelques larves qui commencent à se comporter de façon similaire mais ce n'est pas le cas de tous les individus. Leur couleur est un mélange de celles généralement associées aux individus solitaires et grégaires, c'est-à-dire verte avec quelques taches noires. Par contre, les bandes sont constituées de criquets se comportant tous ou presque tous de la même façon. Leur aspect est caractéristique: dans les bandes, les larves sont soit noires (lorsqu'elles sont jeunes), soit jaunes avec des taches noires.

4. Les criquets pèlerins hivernent-ils?

Réponse: A proprement parler, non. Mais, dans des conditions fraîches et sèches, le développement de chaque stade (œuf, larve, ailé) sera plus long.

5. Les ailés solitaires volent-ils pendant la journée?

Réponse: Les ailés solitaires peuvent voler pendant la journée lorsqu'ils sont dérangés par d'autres animaux ou par des humains. Les vols de ce type sont cependant très courts et ne sont pas considérés comme une migration d'un site à un autre. On a également vu des mâles matures voler pendant la journée à la recherche de femelles avec lesquelles s'accoupler.

6. Comment peut-on faire la différence entre groupes d'ailés et essaims?

Réponse: Il faut observer avec soin leur comportement et leur aspect. Les groupes contiennent des ailés qui commencent à se comporter de façon similaire mais ce n'est pas le cas de tous les individus. Leur couleur sera un mélange de celles fréquemment associées aux individus solitaires et grégaires, c'est-à-dire un aspect rosâtre (ailés immatures) ou jaunâtre (ailés matures). Par contre, les essaims sont constitués d'ailés se comportant tous ou presque tous de la même façon. Leur aspect est caractéristique: rose pour les essaims immatures et jaune pour les essaims matures.

7. Les essaims volent-ils la nuit?

Réponse: Au cours de périodes de températures exceptionnellement élevées, les essaims volent parfois en début de soirée mais continuent rarement à voler pendant toute la nuit sauf s'ils se trouvent au-dessus d'une étendue d'eau (mer ou océan).

8. Est-ce que les rémissions, résurgences, recrudescences et invasions généralisées de criquets pèlerins se produisent de façon cyclique, par exemple, tous les sept ans?

Réponse: Il ne semble pas y avoir d'évidence statistique significative suggérant que les rémissions, résurgences, recrudescences ou invasions généralisées se produisent avec une quelconque régularité.